24. MAI 1929 HEFT 21

FUNK BASTLER

FACHBLATT DES DEUTSCHEN FUNKTECHNISCHEN VERBANDES E.V.

Netzempfänger 1928/29. II.

Ihre Schattenseiten. — „Flatterspannungen". — Kontrolle des Anodenstroms.

Von

Eduard Rhein.

Netzanschluß!

Der erste Jubel über diese neue Großtat unserer jungen Funktechnik, die helle kritiklose Freude über die weitere Vereinfachung der Empfänger sind verflogen: es ist aller

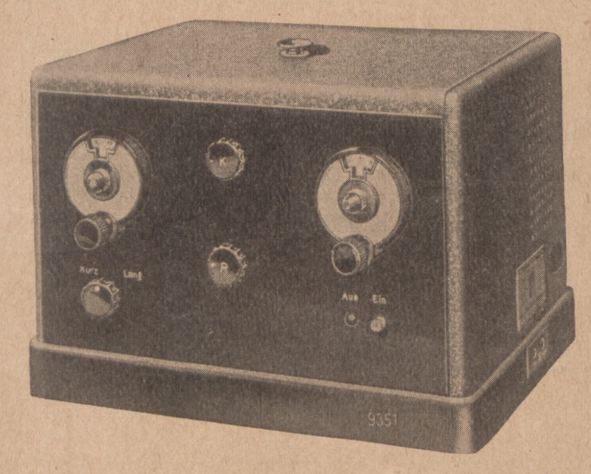


Abb. 1. Dreiröhren-Netzempfänger „Tefagon 4".

technischen Wunder gleiches Schicksal, daß unser Wunderglaube so schnell verblaßt unter der Gewohnheit unserer Tage, bis nur das Technische allein zurückbleibt. Daß harte, unduldsame Kritik erwacht, vielleicht Fehler entdeckt, neue Forderungen stellt . . .

Mehr und mehr wird die Wiedergabe von Musik und Sprache beachtet; die beiden Buchsen für den Anschluß der Schallplatten-Abtastdosen bieten auch dem Laien die Möglichkeit zu kritischer Prüfung. Die mechanische Wiedergabe der Schallplatten — das Ergebnis jahrzehntelanger Arbeit — ist nicht so schlecht, wie heute vielfach behauptet wird. Die elektrische Wiedergabe unter Verwendung der normalen Rundfunkgeräte steht ihr in manchen Fällen erheblich nach. Vor allem da, wo mit allen Mitteln „Sensationspreise" geschunden werden müssen. Und da liegt die größte Gefahr für die weitere Entwicklung der Netzanschlußgeräte. Schon sind Netzempfänger im Handel, deren Netzanschlußteil viel zu schwach dimensioniert ist. Mißt man die Anodenspannung der Endröhre, so erschrickt man über das starke Flattern der Spannungen beim Wechsel der Lautstärke von Musik und Sprache: bis zu 40 Volt Spannungsunterschied! Die Endröhre wird überschrien, Musik wird zum Geräusch!

Bei den neuerdings geprüften Geräten habe ich die Aussteuerung der Endröhren sorgfältig geprüft. Dies besonders dann, wenn von den Firmen angegeben wurde, daß in die Endstufe verschiedene Endröhren eingesetzt werden könnten. Hierbei taucht nämlich die Frage nach der Gittervorspannung auf, die sich, wie man gern sagt, „automatisch" einstellt. Es ist wohl richtig, daß bei der vielfach üblichen Spannungsteiler-Anordnung, bei der der Widerstand für die Gittervorspannung vom gesamten Anodenstrom durchflossen wird, bei steigender Belastung ein steigender Spannungsabfall, also eine höhere negative Gittervorspannung, auftritt. Da nun Röhren mit größerem Stromverbrauch meist auch eine größere Vorspannung benötigen, so kann bei sorgfältiger und geschickter Dimensionierung aller Glieder tatsächlich erreicht werden, daß sich die Gittervorspannung für zwei verschiedene Endröhrentypen selbsttätig mit ausreichender Genauigkeit einstellt.

Es ist heut selbstverständlich geworden, daß fast alle neu auftauchenden Empfänger als Netzempfänger gebaut werden, und die deutsche Funkindustrie wird im Herbst bei der Berliner Funkausstellung in noch erweitertem Umfange solche Empfänger herausbringen. Inzwischen erscheint es jedoch notwendig, nachdem die Netzempfänger der Firmen: AEG, Siemens & Halske, Deutsche Telephonwerke, Signalbau-Huth, Idealwerke, Telefunken im „Funk-Bastler"[1]) besprochen wurden, auch über die Erzeugnisse zu berichten, die im vorgenannten Aufsatz nicht berücksichtigt waren; denn in der Zwischenzeit ist manches Gerät verbessert worden, manches neu hinzugekommen.

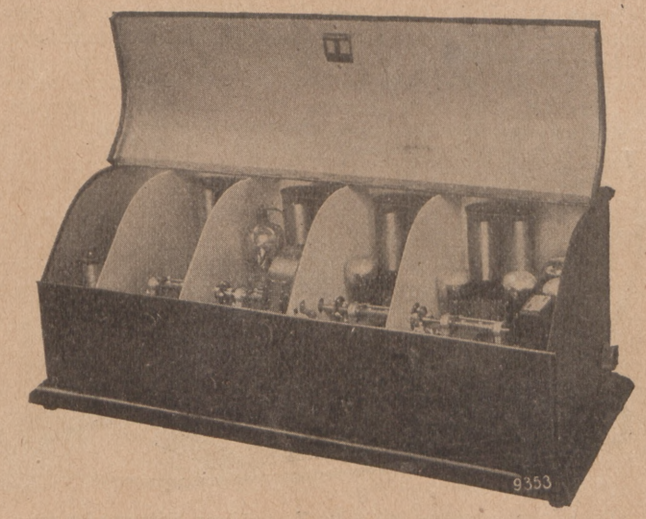


Abb. 2. „Tefagon 6", ein Sechsröhren-Netzempfänger mit Schirmgitterröhre.

1. Tefag-Netzempfänger.

Der in Abb. 1 wiedergegebene „Tefagon 4" ist ein widerstandsgekoppelter Dreiröhrenempfänger mit aperiodischer Antennenkopplung und induktiver Rückkopplung. Der Aufbau des Gerätes ist besonders verlustfrei gehalten, so daß es unter Verwendung der Rückkopplung möglich ist,

[1]) Vgl. „Funk-Bastler", Jahr 1928, Heft 51.

bei einer guten Hochantenne während der Abendstunden regelmäßig die größeren europäischen Rundfunksender und in Deutschland am Tage neben dem Ortssender auch Königswusterhausen in ausreichender Lautstärke zu empfangen. Als Röhren sind in den beiden ersten Stufen die REN 1104, in der Endstufe die RE 134 und als Gleichrichterröhre die

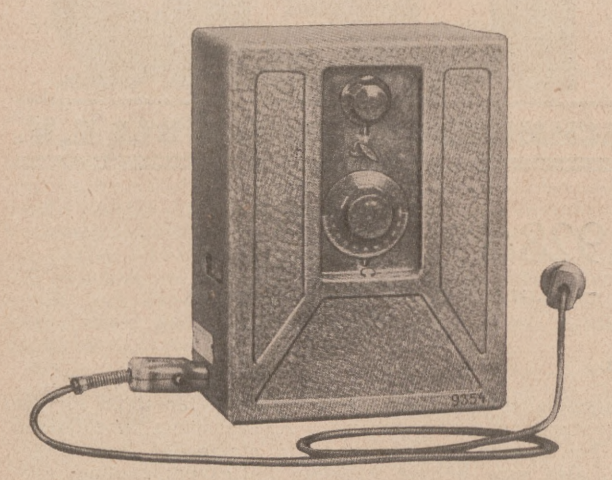


Abb. 3. „Überland und mehr". Neufeld-und-Kuhnke-Zweiröhren-Netzempfänger.

RGN 1503 vorgesehen. Um auch während der Betriebszeit des Ortssenders den Empfang solcher Sender zu gewährleisten, deren Wellenlänge dicht bei der des Ortssenders liegt, besitzt das Gerät einen Sperrkreis. Dieser Sperrkreis ist metallisch abgeschirmt. Ebenso sind die Abstimmittel, die Röhren und das Netzanschlußgerät durch starke Bleche voneinander getrennt. An der linken Seite des Empfängers befinden sich die Anschlußbuchsen für Antenne und Erde, und zwar sind für die Antenne 2 Buchsen vorgesehen, um eine günstige Anpassung an die jeweils vorhandene Antenne zu ermöglichen. Zwei weitere Buchsen dienen zum Anschluß eines Tonabnehmers. Das Gerät ist auf die Wellenbereiche von 200 bis 600 m bzw. von 600 bis 2000 m umschaltbar.

Der Empfänger wurde am Berliner Wechselstromnetz betrieben und zeichnete sich durch „Brummfreiheit" aus. Der Netzanschlußteil ist reichlich dimensioniert und gewährleistet in Verbindung mit dem sauber durchgebildeten Widerstandsverstärker eine vorzügliche Wiedergabe von Musik und Sprache. An einer mittelmäßigen Hochantenne im Zentrum der Stadt brachte der Empfänger Budapest,

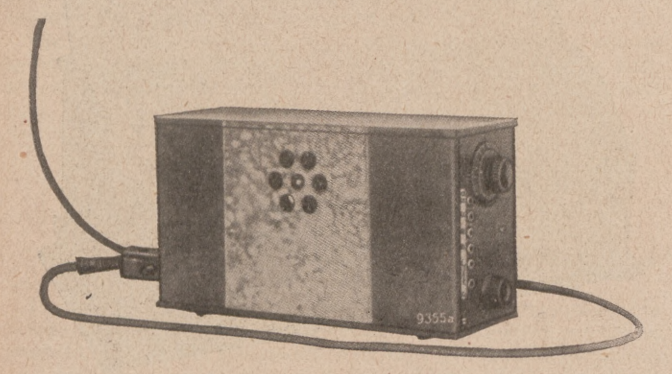


Abb. 4. „Der kleine NUK." Zweiröhren-Netzempfänger.

Hörby, Prag, Kattowitz und Wien, während die drei Berliner Sender arbeiteten, in ausreichender Lautstärke.

Der Empfänger wird für den Anschluß an Wechselstromnetze von 110 und 220 Volt sowie für Gleichstrom 220 Volt geliefert. Das Wechselstromgerät ist für beide Spannungen eingerichtet und kann mit wenigen Handgriffen umgeschaltet werden.

Ein hochwertiger Fernempfänger, der bei Zimmerantenne fast alle europäischen Stationen auf den Lautsprecher bringt, ist der „Tefagon 6" (Abb. 2). Ein neutralisiertes Sechsröhrengerät mit Schirmgitterröhre, zwei weiteren Hochfrequenzstufen, Audion, transformatorgekoppelter erster und widerstandsgekoppelter zweiter Niederfrequenz-Verstärkerstufe. Der Netzanschlußteil ist bei diesem Gerät in einem besonderen Blechkasten eingebaut, der mit dem Empfänger durch eine Schnur verbunden wird.

Als Verstärkerröhren kommen in der ersten Stufe die Schirmgitterröhre RNS 1204, in der zweiten bis fünften Stufe die REN 1104 und als Endröhre die RE 134 zur Anwendung. Der Netzanschlußteil ist mit der RGN 1504 versehen und hat ausreichende Reserven.

Auch dieses Gerät ist mit einem Siebkreis zur Ausschaltung des Ortssenders ausgerüstet. Die einzelnen Hochfrequenzstufen sind durch Blechwände voneinander getrennt. Zur Einstellung auf den erwünschten Sender wird die in Wellenlängen geeichte Einstelltrommel auf der schrägen Frontplatte durch Drehen des darunter befindlichen Knopfes eingestellt. Links von diesem Einstellknopf befindet sich der Bedienungsgriff für die Antennenkopplung und rechts von ihm der Bedienungsgriff zur Regulierung des Rückkopplungskondensators. Der Schalter links unten dient zur Einschaltung des Netzanschlußteiles und der rechts von ihm befindliche zur Einregulierung der Gittervorspannung für die Hochfrequenzröhren. Die Einschaltung des Wellenbereiches geschieht durch einen besonderen Griff an der rechten Seitenwand des Gerätes.

Der Empfänger brachte schon ohne sorgfältige Einregulierung der Antennen- und Rückkopplung die größeren

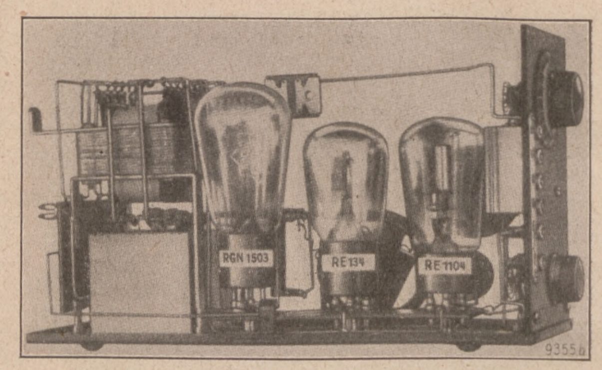


Abb. 5. Innenansicht des „kleinen NUK".

europäischen Sender mit großer Energie auf den Lautsprecher. Durch die Bedienung von Antennenkopplung, Rückkopplung und Potentiometer konnten Lautstärke und Empfindlichkeit noch gesteigert werden. Unter Benutzung des Sperrkreises war es sogar bei einer behelfsmäßigen Zimmerantenne im Zentrum der Stadt möglich, Langenberg neben Berlin zu empfangen. Die große Empfindlichkeit der Gerätes und die weitgehende Verstärkung ermöglichen es, auch die kleinen europäischen Sender zu empfangen, sofern deren Lautstärke nicht unterhalb des Störspiegels liegt.

2. Neufeldt-und-Kuhnke-Netzempfänger.

Die Firma Neufeldt und Kuhnke bringt zwei Zweiröhren-Ortsempfänger heraus, die sich in erster Linie durch den Preis unterscheiden.

Der „Überland- und Mehrempfänger" wird nur für Wechselstrom, der „Kleine Netzempfänger" für Gleich- und Wechselstrom geliefert, und zwar bei Wechselstrom umschaltbar auf 110 und 220 Volt, und bei Gleichstrom für 220 Volt. Bei Wechselstrom werden als erste Röhre die REN 1104 und als Endröhre die RE 134 verwendet, die über einen Transformator miteinander gekoppelt sind (Abb. 3, 4 und 5). Als Gleichrichterröhre dient die RGN 1503. Beide Geräte sind mit Rückkopplung versehen. Beim Wechselstromempfänger ist auch die elektrische Wiedergabe von Schallplatten möglich. Das Gleichstromgerät besitzt einen Ausgangstransformator, da nach den VDE-Vorschriften eine leitende Verbindung mit dem Netz nicht bestehen darf. Die Geräte sind auch zum Empfang langer Wellen eingerichtet. Ein besonderer Kondensator gestattet die Verwendung des Lichtnetzes als Antenne. Dem Empfänger wird zu diesem Zweck ein Spezialstecker beigegeben, der die notwendige Umschaltung bewerkstelligt.

3. Ahemo-Netzempfänger.

Die durch ihre Netzanschlußgeräte bekannte Firma bringt nunmehr auch einen Vierröhren-Fernempfänger mit Schirmgitterröhre heraus.

Als Röhren werden verwendet in der Hochfrequenzstufe die RENS 1204, als Audion die REN 1104, in der ersten



Abb. 6. Ahemo-Netzempfänger mit Schirmgitterröhre.

transformatorgekoppelten Niederfrequenzstufe die REN 1104 und in der zweiten widerstandsgekoppelten Niederfrequenzstufe entweder die REN 1104 oder die REN 2204. Als Gleichrichterröhre dient die RGN 1504. Die Anodenspannung betrug bei Verwendung der REN 1104 205 Volt, der Anodenstrom 10 mA. Bei Verwendung der REN 2204 sank die Spannung auf 195 Volt, während der Anodenruhestrom auf 17 mA stieg. Ein zur Kontrolle eingeschaltetes Instrument blieb auf den genannten Werten bei normaler Lautstärke vollkommen ruhig stehen. Ein Brummen war nicht festzustellen.

Der Empfänger umfaßt einen Wellenbereich von 200 bis 650 und von 650 bis 1900 m. Zur Ausschaltung des Ortssenders ist ein Sperrkreis vorgesehen. Dieser Sperrkreis ist auf den niedrigen und hohen Wellenbereich umschaltbar.

Die Einstellung des gewünschten Senders erfolgt an dem Stirnrade. Die beiden unteren Hebel dienen zur Antennenkopplung bzw. zur Regelung der Rückkopplung (Abb. 6). Die Umschaltung der Wellenbereiche erfolgt durch einen Griff an der rechten Seitenwand des Gerätes.

Der Empfänger brachte an einer behelfsmäßigen Zimmerantenne einen großen Teil der europäischen Sender in ausreichender Lautstärke. Unter Benutzung der Rückkopplung war es möglich, Langenberg zu empfangen, während der Sender Berlin-Witzleben in Betrieb war. Das Gerät wird nur für Wechselstrom geliefert, und zwar für alle vorkommenden Spannungen.

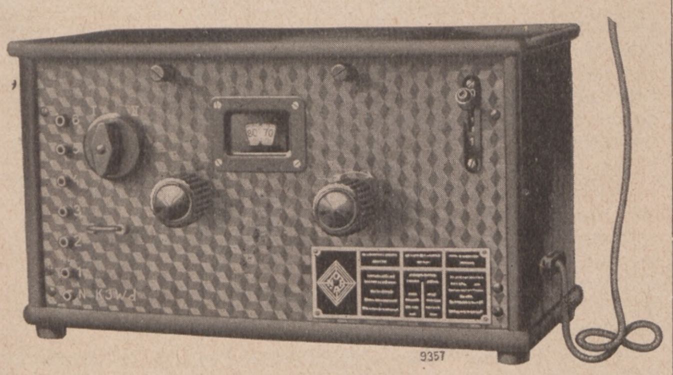


Abb. 7. Nora-Dreiröhrenempfänger.

4. Nora-Netzempfänger.

Die Nora-Radio G. m. b. H. war eine der ersten, die sich mit dem Bau von Netzempfängern befaßte. Sie verfügt daher heute über eine Reihe sorgfältig durchgebildeter Netzempfänger für Gleich- und Wechselstrom mit zwei, drei und vier Röhren.

Der Zweiröhrenempfänger wird nur für den Anschluß an das Wechselstromnetz geliefert und umfaßt einen Wellenbereich von 200 bis 1900 m. Als Röhren werden die REN 1004 und die über Widerstände angekoppelte Endröhre RE 134 verwendet, als Gleichrichterröhre die neue gasgefüllte RGN 1500.

Der Dreiröhren-Netzempfänger wird für Gleichstrom und Wechselstrom hergestellt. Das Gleichstromgerät besitzt auswechselbare Steckspulen. Es besteht aus einem

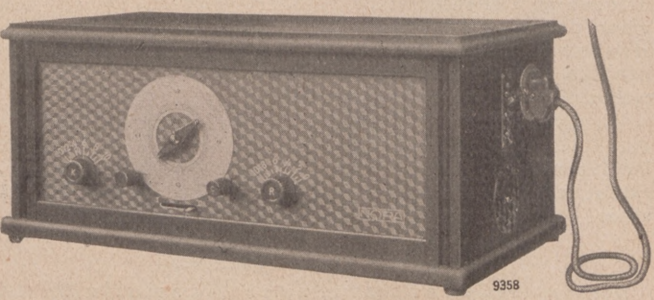


Abb. 8 a. Nora-Vierröhren-Neutrodyne-Netzempfänger.

Audion mit zwei widerstandsgekoppelten Niederfrequenzstufen bei dem Gerät für 220 Volt, während das Gerät für 110 Volt eine widerstandsgekoppelte und eine transformatorgekoppelte Niederfrequenzstufe enthält.

Das Wechselstromgerät (Abb. 7) besitzt ein Audion und zwei widerstandsgekoppelte Niederfrequenzröhren für Wechselstromheizung. Als Röhren werden verwendet in der ersten Stufe die REN 1004, in der zweiten Stufe die Kurzfadenröhre REN 501, in der dritten Stufe die Kurzfadenröhre REN 601. Als Gleichrichterröhre dient die RE 134. Der Stromverbrauch des Gerätes beträgt etwa 15 Watt.

Der Vierröhren-Neutrodyne-Empfänger (Abb. 8) wird für Gleich- und Wechselstrom geliefert und umfaßt den Wellenbereich von 200 bis 600 und 600 bis 2000 m. Das Gerät besitzt eine Hochfrequenzröhre, ein Audion und zwei widerstandsgekoppelte Niederfrequenzröhren.

Bei dem Wechselstromgerät werden die REN 511 in der ersten, die REN 1004 in der zweiten, die REN 501 in der dritten und die REN 601 in der Endstufe verwendet. Die Gleichrichtung des Wechselstroms erfolgt durch die RGN 1503. Der Empfänger brachte an einer Hochantenne alle größeren europäischen Sender. Die Wiedergabe war ausgezeichnet. Das Netzanschlußgerät ist sorgfältig durchgebildet und ausreichend dimensioniert. Der Stromverbrauch des Wechselstromgerätes beträgt etwa 18 Watt.

Sämtliche Nora-Empfänger besitzen Buchsen zum Anschluß eines Tonabnehmers.

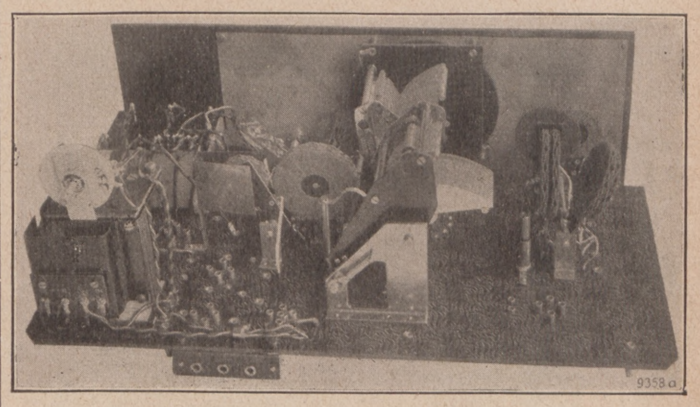


Abb. 8 b. Innenansicht des Nora-Neutrodyne.

5. Seibt-Netzempfänger.

Die Firma Dr. Georg Seibt stellt Netzempfänger mit zwei, drei und vier Röhren her. Das Zweiröhrengerät wird nur für Gleichstrom 110 und 220 Volt geliefert.

Beide Arten der Geräte sind mit Rückkopplung versehen. Die beiden Röhren, RE 144 in der ersten und RE 134 in der Endstufe, sind über einen Transformator miteinander gekoppelt. Der Lautsprecher ist in das Gerät mit eingebaut.

Der Dreiröhrenempfänger für Wechselstrom 125 und 220 Volt (Abb. 9) ist mit einem Konuslautsprecher zusammengebaut, über Widerstände gekoppelt und mit Rückkopplung versehen.

Die Heizspannung der wechselstromgeheizten Vorröhren (REN 1004) und der Endröhre (RE 134) kann durch einen besonderen Drehwiderstand reguliert werden. Da sich bei einer Regelung der Heizspannung auch die Einstellung des Heizpotentiometers ändert, ist dieses durch einen Drehknopf an der Frontplatte besonders regelbar. Zur Gleichrichtung wird eine RE 134 verwendet.

Die Einstellung des gewünschten Wellenbereiches erfolgt durch einen Stufenschalter, der folgende Bereiche umfaßt: 200 bis 500 m, 350 bis 1000 m und 825 bis 2300 m. Das Gerät ist mit Buchsen zum Anschluß eines Tonabnehmers versehen und wird nur für Wechselstrom hergestellt.

6. Kramolin-Netzempfänger.

Der Zweiröhrenempfänger „Kramolin 55" ist sowohl für Gleichstrom als auch Wechselstrom lieferbar und umfaßt den Wellenbereich von 200 bis 2000 m. Er besitzt kapazitive Rückkopplung und aperiodische Antennenkopplung. Das Gleichstromgerät arbeitet mit zwei RE 134, während das Wechselstromgerät mit der RE 1004 in der ersten und der RE 134 in der Endstufe betrieben wird. Beim Wechselstromgerät sind die Röhren widerstandsgekoppelt. Als Gleichrichterröhre dient die RGN 1504.

Das Dreiröhrengerät „Kramolin 56" besitzt ebenfalls kapazitive Rückkopplung. Die ersten beiden Röhren sind über einen Transformator, die beiden letzten über Widerstände miteinander gekoppelt. Im Gleichstromgerät werden drei RE 134, beim Wechselstromgerät in der ersten Stufe die REN 1004, in der zweiten Stufe die REN 511 und in der Endstufe RE 134 verwendet. Zur Gleichrichtung dient die neue RGN 1500. Das Gerät, das sich durch einen verlustfreien selektiven Aufbau auszeichnet, brachte an einer guten Hochantenne im Zentrum der Stadt den Empfang mehrerer großer Sender, während der Berliner Sender arbeitete. Die Wiedergabe war ausgezeichnet.

Demnächst bringt die Firma Kramolin auch einen Vierröhrenempfänger „Kramolin 57" mit Schirmgitterröhre in den Handel, der vorerst nur für Wechselstrom geliefert werden soll. Das Gerät ist mit der Schirmgitterröhre RENS 1204 ausgerüstet und arbeitet mit der REN 1204 als Audion. Die erste Niederfrequenzstufe ist transformatorgekoppelt, die zweite über Widerstände.

*

Netzanschlußgeräte werden mehr denn je die Empfänger der Zukunft sein, und unter ihnen scheint der Vierröhren-

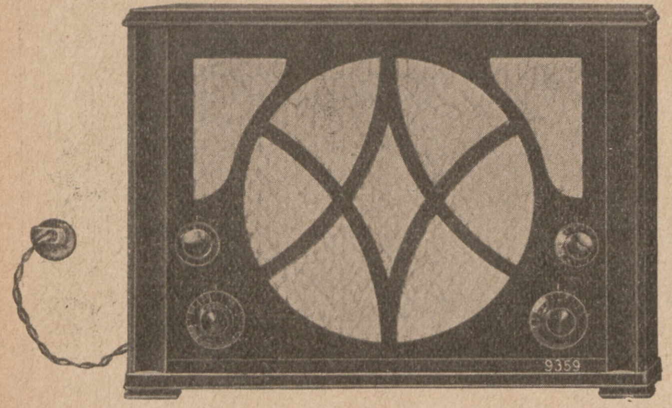


Abb. 9. Der Seibt-Dreiröhrenempfänger.

empfänger — mit Schirmgitterröhre? — zu führen. Die nächste Funkausstellung wird es beweisen; wohl kaum eine Firma wird ohne Netzgeräte sich zeigen wollen. Aber viel Entwicklungs- und Verbesserungsarbeit ist noch zu leisten.

Die Durchbildung hochwertiger Netzempfänger ist mit der Vervollkommnung der netzgeheizten Röhren aufs engste verknüpft, und wie man bereits heute feststellen kann, haben sich diese Typen bewährt. Weiteste Verbreitung hat die indirekt beheizte Wechselstromröhre gefunden, obschon, wie die Empfänger der Nora-G. m. b. H. zeigen, auch mit Kurzfadenröhren ein einwandfreier Empfang durchgeführt werden kann. Ein Mangel der indirekt geheizten Röhren ist leider noch die außerordentlich große Heizleistung, die bei der niedrigen Fadenspannung zu sehr dicken Transformatorwicklungen und Zuleitungsdrähten zwingt. Ob hier einmal die Durchbildung von Röhren, die direkt mit der Netzspannung betrieben werden können, möglich ist, bleibt der weiteren Entwicklung überlassen. Immerhin würde sie einen sehr beachtenswerten Fortschritt in der Röhrentechnik darstellen.

Erfreulicherweise wird es durch den Netzanschluß möglich, auch Endröhren größerer Leistung zu betreiben, so z. B. die RE 134. Man muß jedoch abwarten, ob sie nicht bald von der wesentlich größeren RE 604 verdrängt wird, denn schon jetzt geht man dazu über, die Empfänger auch für den Betrieb dieser Röhre durchzubilden. Eine Tatsache, die im Interesse der guten und lautstarken Wiedergabe nur begrüßen ist.

Aber nicht nur hierauf, sondern auch auf die zweckmäßigste Durchbildung der Geräte bezüglich ihres Anschlusses an Gleich- und Wechselstromnetze wird im Interesse von Verkäufer und Käufer künftig zu achten sein. Die fortschreitende Umstellung der Elektrizitätswerke von

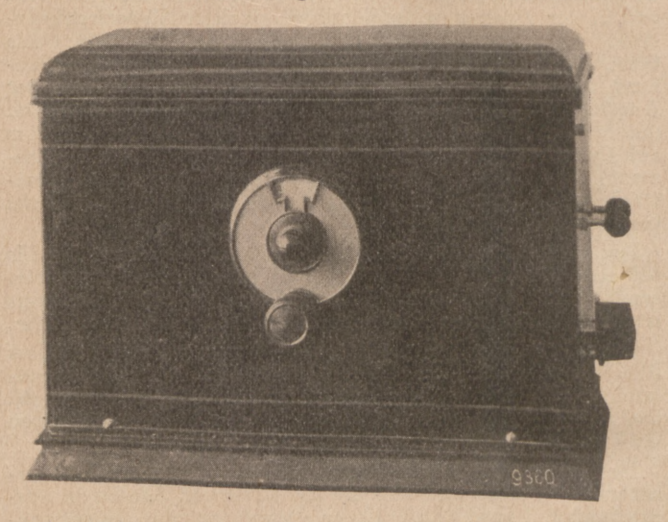


Abb. 10. Dreiröhren-Netzempfänger „Kramolin 56".

Gleich- auf Wechselstrom hält manchen Funkfreund vorläufig noch von dem Kauf eines Netzempfängers ab; besonders wohl auch deshalb, weil die Elektrizitätswerke nur solche Geräte kostenlos umändern bzw. ersetzen, die mit dem Prüfzeichen des Verbandes Deutscher Elektrotechniker versehen sind. Die mit dem Prüfzeichen versehenen Geräte unterliegen übrigens besonders scharfen Bedingungen, durch die eine Beschädigung von Personen durch die betriebsmäßig auftretenden Spannungen verhindert werden soll.

Einige Firmen tragen bereits diesen Gesichtspunkten Rechnung, und ihre Geräte können sowohl für Gleichstrom, als auch für Wechselstrom durch Einsetzen oder Anschrauben des eigentlichen Netzanschlußteiles eingerichtet werden. Bei derartigen Umänderungen sind selbstverständlich technische Schwierigkeiten zu überwinden; vor allem ist die Frage der Röhrenheizung unter den veränderten Bedingungen kritisch.

Andere Firmen haben ihre Geräte deshalb so durchgebildet, daß man dem Gleichstromempfänger für den Betrieb am Wechselstromnetz lediglich einen Gleichrichter vorzuschalten braucht.

In allen Laboratorien wird fieberhaft gearbeitet, um vollendete, vollkommenere Netzanschlußgeräte zu konstruieren. Aber ehe die verkaufsfertigen Modelle auf dem Markt erscheinen, wird es vielleicht notwendig sein, die Wünsche der Käufer, die Ansprüche der Praxis klar zu formulieren; denn manche „Schattenseite" des Netzanschlußgerätes der Gegenwart kann durch einfache Mittel beseitigt werden.

Und vielleicht marschiert dann das Netzanschlußgerät einer idealen Zukunft entgegen.



Die elektrische Reproduktion von Schallplattenmusik

Grundlagen, Bedingungen und Schaltungen.

Von

Ing. W. Hasenberg.

Als Umwandler der Tonschrift in elektrische Spannungs- (oder Strom-) Schwankungen muß der Tonabnehmer[1]) als Generator (Stromerzeuger) für den Verstärker aufgefaßt werden, und in dieser Eigenschaft kann er des Guten zu viel tun, wenn die von ihm an den Verstärker abgegebenen Leistungen das zulässige Maß überschreiten. Um dem jedoch entgegenzuwirken, empfiehlt es sich, stets zwischen Tonabnehmer und Verstärker eine die Energie regelnde unter dem Namen „Lautstärkenregler" bekannte Vorrichtung zu schalten.

Als Lautstärkenregler dient ein regulierbarer Widerstand, der in Abb. 5 direkt parallel zu den Klemmen des Tonabnehmers geschaltet ist. Diese Anordnung ist stets dann zu empfehlen, wenn die Lautstärkenreglung zwischen Tonabnehmer und Primärwicklung des Eingangstransformators oder — wenn ein solcher nicht vorhanden ist — im Gitterkreis vorgenommen werden soll.

Der Parallelwiderstand soll mit etwa 10 000 Ohm bemessen werden, um eine unnötige Belastung des Tonabnehmers zu vermeiden.

Wenn aus bestimmten Gründen die Lautstärkenregulierung auf der mit dem Gitterkreis verbundenen Sekundärseite des Eingangstransformators vorgenommen werden soll, wird von der sogenannten „Potentiometer-Methode" Gebrauch gemacht (Abb. 6). In diesem Falle wird ein hochohmiges Potentiometer, dessen Widerstand etwa 500 000 Ohm beträgt, an die sekundäre Wicklung des Eingangstransformators geschaltet, das Gitter der ersten Röhre jedoch an den Schleifer. Je nach Einstellung des Schleifers können verschieden große Teilbeträge der am Widerstand auftretenden Gesamtspannung abgegriffen und damit die dem Gitter zugeführten Wechselspannungs-Amplituden reguliert werden.

Daß die Anwendung des Lautstärkenreglers bei unzweckmäßiger Wahl der Abtastnadelstärke auch Nachteile haben kann, sollen die folgenden Überlegungen zeigen.

Bekanntlich ist die Lautstärke von der jeweils zur Anwendung kommenden Nadelstärke abhängig, und zwar wächst die Lautstärke mit der Stärke der Nadel.

Wenn wir nun noch wissen, daß die tiefen Töne bei der Sprechmaschine mit starken Nadeln besser aufgenommen und wiedergegeben werden können als mit schwachen, so müßte eigentlich die Forderung bestehen, auch bei der elektrischen Übertragung starke, lautsprechende Nadeln zu verwenden.

Die Tonabnehmer — wenigstens die größere Anzahl der im Handel befindlichen Fabrikate — sind aber aus Grün-

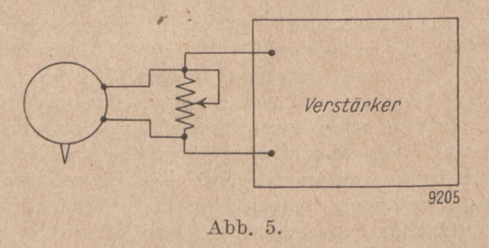


Abb. 5.

den, die hier nicht erörtert werden können, für mittlere Nadelstärken dimensioniert, für die sie ihre normale naturgetreue Leistung abgeben. Die Benutzung sehr starker Nadeln würde für den Tonabnehmer die Abgabe großer Leistungen bedeuten. Um eine Überlastung des Verstärkers zu verhüten, würde das eine entsprechende Einstellung des Lautstärkenreglers nötig machen. Erfahrungsgemäß muß in diesem Falle der Widerstand des Lautstärkenreglers in Abb. 5 z. B. nahezu kurzgeschlossen werden. Damit ist aber eine Klangverfälschung verbunden, durch die die Wiedergabe einen dumpfen Klangcharakter annimmt, der

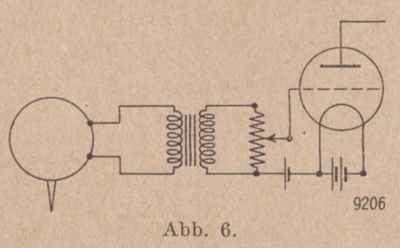


Abb. 6.

um so unangenehmer wirkt, je stärker der Lautstärkenregler eingeschaltet ist.

Es ergibt sich hieraus, daß die Stärke der Nadel so zu wählen ist, daß von dem Tonabnehmer eine Leistung erzeugt wird, die bei ausgeschaltetem Lautstärkenregler (bei Einschaltung größten Widerstandes) gerade die höchst zulässige Belastung des Verstärkers darstellt. Der Lautstärkenregler soll lediglich eine Möglichkeit bieten, die Tonstärkenunterschiede der verschiedenen Plattenfabrikate ausgleichen zu können. Seine Bedienung ist demnach nur einzelnen Fällen vorbehalten.

Zur elektrischen Reproduktion von Schallplattenmusik sind die elektrisch aufgenommenen Platten den direkt akustisch aufgenommenen selbstverständlich vorzuziehen, weil diese Platten wesentlich mehr Feinheiten enthalten, und abgesehen davon der Klangcharakter durch das der Aufnahme völlig entsprechende Wiedergabeverfahren erhalten bleibt. Nun muß noch erwähnt werden, daß der richtigen Umdrehungszahl der Schallplatte während des Betriebes größte Beachtung gewidmet werden muß, und zwar muß die Schallplatte mit derselben Tourenzahl pro Minute abgespielt werden, mit der sie aufgenommen worden ist. Fast ausschließlich ist das eine Umdrehungszahl von 78 pro Minute. Wenn keine besonderen Hilfsmittel zur Feststellung der Umdrehungszahl zur Verfügung stehen, so kann man sich auf folgende Weise sehr leicht helfen: Wenn man unter die Schallplatte, also zwischen Plattenteller und Platte, einen kleinen Streifen Papier legt, der ein wenig über dem Plattenrand hervorragt, so können die in einer Minute gemachten Umdrehungen ohne Schwierigkeiten gezählt werden. Selbstverständlich soll diese Messung während der Bespielung, d. h. bei aufgesetztem Tonabnehmer, vorgenommen werden, da anderenfalls bei entlastetem Werk die Umdrehungszahl zu hoch gemessen wird. Eine Regulierung und damit richtige Einstellung der Umdrehungszahl ist ja unter Benutzung des stets vorhandenen Tourenreglers möglich.

Die größte Zahl der zur Zeit auf dem Markt befindlichen Rundfunkempfänger bietet die Möglichkeit, den im Apparat enthaltenen Niederfrequenzverstärker für die Schallplattenübertragung zu benutzen. Sogar die billigen Ortsempfänger haben Anschluß für den Tonabnehmer.

Die nachfolgenden Zeilen sollen zeigen, daß auch diejenigen Empfangsapparate zur Schallplattenübertragung verwendet werden können, bei denen noch kein besonderer Anschluß für den Tonabnehmer vorgesehen ist.

Wenn man bedenkt, daß in jedem Empfänger ein Niederfrequenzverstärker enthalten ist, so liegt es sehr nahe, die Zuleitungen des Tonabnehmers an den Eingang des Verstärkers zu schalten. Für den Verstärker ist es gleich-

[1]) Vgl. den ersten Teil des Aufsatzes in Heft 19 des „Funk-Bastler".

gültig, ob ihm die niederfrequenten Impulse von dem Audion des Empfängers oder von dem Tonabnehmer zugeführt werden. Auf Grund dieser Überlegung ergibt sich die in Abb. 7 wiedergegebene Schaltung. Hier ist angenommen, daß der Empfänger eine Hochfrequenzstufe, ein Audion und zwei transformatorgekoppelte Niederfrequenzstufen besitzt. Oft ist bei solchen Empfängern ein Anschluß für das Telephon zum Abhören hinter dem Audion vorgenung. Zur Veranschaulichung dienen die Abb. 8 und 9. Im allgemeinen ist das Gitter des Audions über den Ableitewiderstand mit dem positiven Pol des Heizfadens verbunden, erhält also eine geringe positive Vorspannung. Für den Verstärkungsvorgang ist die Anwendung einer positiven Gittervorspannung jedoch vom Übel, und es muß dafür gesorgt werden, daß beim Anschluß des Tonabnehmers das Gitter der Audionröhre eine negative Vorspannung erhält

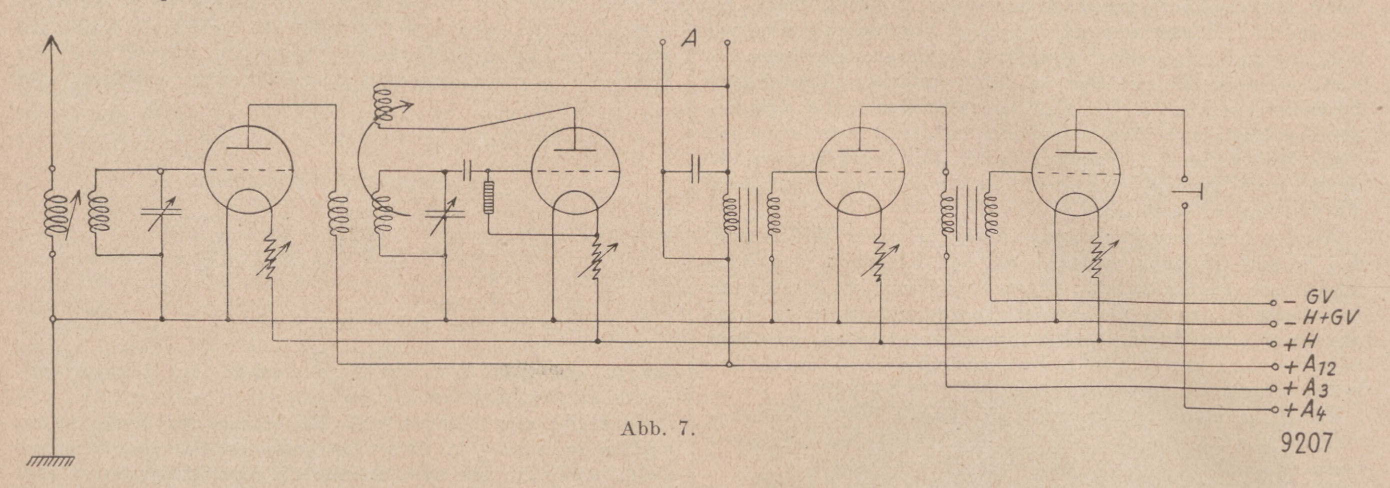


Abb. 7.

sehen. Dieser Anschluß A liegt aber gleichzeitig parallel zu der Primärwicklung des ersten Niederfrequenztransformators. Prinzipiell könnte dieser Anschluß zur Aufnahme des Tonabnehmers benutzt werden, jedoch wird in dieser Schaltung der Tonabnehmer von einem Teil des Anodenstromes der Audionröhre durchflossen, was auf die Dauer für das System des Tonabnehmers ungünstig wirken kann. Es empfiehlt sich deswegen, den Anodenstromkreis irgendwie zu unterbrechen, entweder durch Herausnehmen des Stöpsels für diese Zuleitung aus der Anodenspannungsquelle, oder durch Ausschalten der Heizung der Audion-

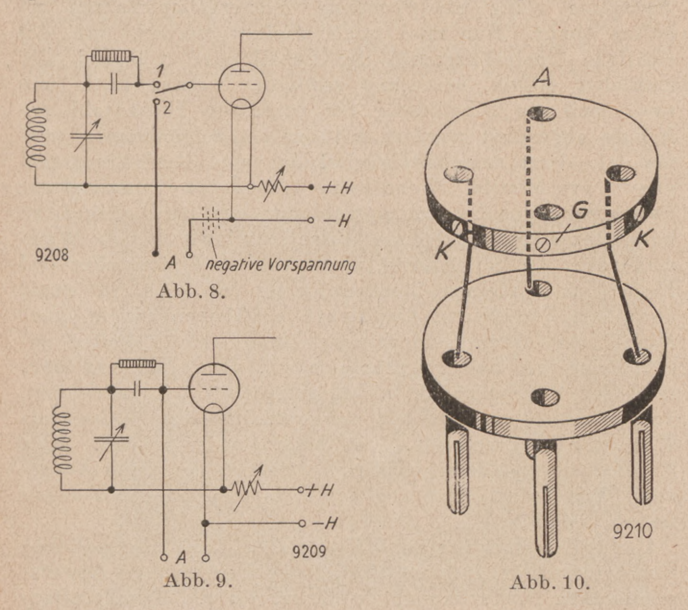


Abb. 8. Abb. 9. Abb. 10.

röhre, und wenn beides nicht möglich ist, durch Herausnahme der Audionröhre aus dem Empfänger.

Oft reicht die von dem Tonabnehmer abgegebene Energie nicht aus, um eine genügende Lautstärke mit einem zweistufigen Verstärker zu erzielen. Es bestehen keine Bedenken, die Audionröhre mit zur Verstärkung heranzuziehen. Man kann diesen Zweck erreichen, wenn man im Gitterkreis des Audions eine geringfügige Umschaltung vornimmt oder den Tonabnehmer direkt an das Gitter des Audions legt. Günstiger ist aber die erstgenannte Anordoder zum mindesten am negativen Pol des Heizfadens liegt. In der Abb. 8 ist die Verbindung zwischen Audionaggregat (Blockkondensator und Ableitewiderstand) und Gitter getrennt und an deren Stelle ein Umschalter gesetzt worden. In der Stellung 1 ist die normale Audionschaltung wiederhergestellt, während in der Stellung 2 des Umschalters der Empfänger für die Schallplattenübertragung eingerichtet ist. Der Tonabnehmer wird an die Klemmen A gelegt. Außer dem Einbau des Umschalters sind also nachträglich auf der Montageplatte oder an einer anderen geeigneten Stelle zwei Anschlußbuchsen anzubringen, die mit den aus der Abb. 8 ersichtlichen Punkten verbunden werden müssen.

In der Abb. 9 ist von dem Einbau eines Umschalters abgesehen und der Tonabnehmer direkt an das Gitter des Audions geschaltet worden. Auch in diesem Falle wird die Montage von zwei Anschlußbuchsen erforderlich, von denen die eine durch eine möglichst kurze Leitung mit dem Gitter und die anderen mit minus Heizung zu verbinden ist. Bei dieser Anordnung muß man den Tonabnehmer aus den Buchsen A entfernen, wenn auf Rundfunkempfang übergegangen werden soll.

Wenn aus irgendeinem Grunde die geschilderte Montage im Innern des Empfängers Schwierigkeiten bereiten sollte, so kann man, ohne einen Eingriff in den Empfänger zu tun, durch Anwendung eines Zwischensteckers zu der gleichen Schaltung wie Abb. 9 gelangen.

Einen solchen Zwischenstecker, der im Handel erhältlich ist, aber auch leicht selbst hergestellt werden kann, besitzt die in Abb. 10 im Prinzip angedeutete Anordnung und Schaltung. Er wird zwischen Audionröhre und die entsprechende Fassung im Empfänger gesetzt. Es wird also die Audionröhre aus ihrer Fassung entfernt und in die Buchsen des Zwischensteckers gesteckt, der seinerseits in die Audionfassung eingesetzt wird. Die Gitterleitung innerhalb des Empfängers kommt auf diese Weise nicht mit dem Gitterstecker der Audionröhre, die jetzt als Verstärkerröhre arbeiten soll, in Berührung. Vielmehr ist das Gitter dieser Röhre für den Tonabnehmer durch die am Rande des Zwischensteckers angebrachte Schraube G zugänglich. Am Umfang des Zwischensteckers befinden sich außerdem noch zwei Anschlüsse, die mit den Kathodensteckern der Röhre in Verbindung stehen.

Vergleicht man Abb. 9 mit Abb. 10, so ist es einleuchtend, daß der Tonabnehmer mit einer Leitung direkt an das Gitter und mit der anderen an die negative Heizleitung an-

geschlossen werden muß. Nachdem man also die eine Leitung des Tonabnehmers an die Klemmschraube G des Zwischensteckers befestigt hat, muß man ausprobieren, mit welcher von den beiden Schrauben K K die andere Zuleitung in Verbindung gebracht werden muß. Das ist jedoch leicht festzustellen, denn beim falschen Anschluß (an den positiven Pol des Heizfadens) trittt eine Verzerrung in der Wiedergabe auf, während beim richtigen Anschluß Tonreinheit vorhanden sein muß. Allerdings muß man bei Anwendung dieses Zwischensteckers in Kauf nehmen, daß beim Übergang auf Rundfunkempfang der Zwischenstecker aus der Röhrenfassung entfernt und die Röhre wieder in die Fassung eingesetzt werden muß.

Alle diese den Abb. 8 bis 10 zugrunde liegenden Anordnungen stellen natürlich nur Kompromißlösungen dar, die bescheidenen Ansprüchen zwar genügen, aber Höchstleistungen in bezug auf die Qualität nicht erreichen lassen. Es ist bereits erwähnt worden, daß durch die Umschaltung von Rundfunkempfang auf Schallplattenübertragung die Audionröhre als erste Verstärkerröhre verwendet wird, und daß es für den Verstäkungsvorgang in bezug auf die zu erzielende Qualität sehr wichtig ist, der Verstärkerröhre eine negative Vorspannung zu erteilen. Berücksichtigt man, daß als Audionröhre ein Typ verwendet wird, deren Durchgriff in der Größenordnung von 6 bis 10 v. H. liegt, so muß für die Benutzung einer solchen Röhre im Verstärker die Anwendung einer negativen Gittervorspannung von mindestens 3,5 Volt bei den üblichen Anodenspannungen gefordert werden. Es empfiehlt sich deswegen, in den Weg des Tonabnehmers eine kleine Gitterbatterie einzuschalten, entweder, wie das in Abb. 8 gestrichelt angedeutet ist, oder nach der Schaltung Abb. 11. Hier wird der ersten Röhre die gleiche Vorspannung erteilt wie der zweiten.

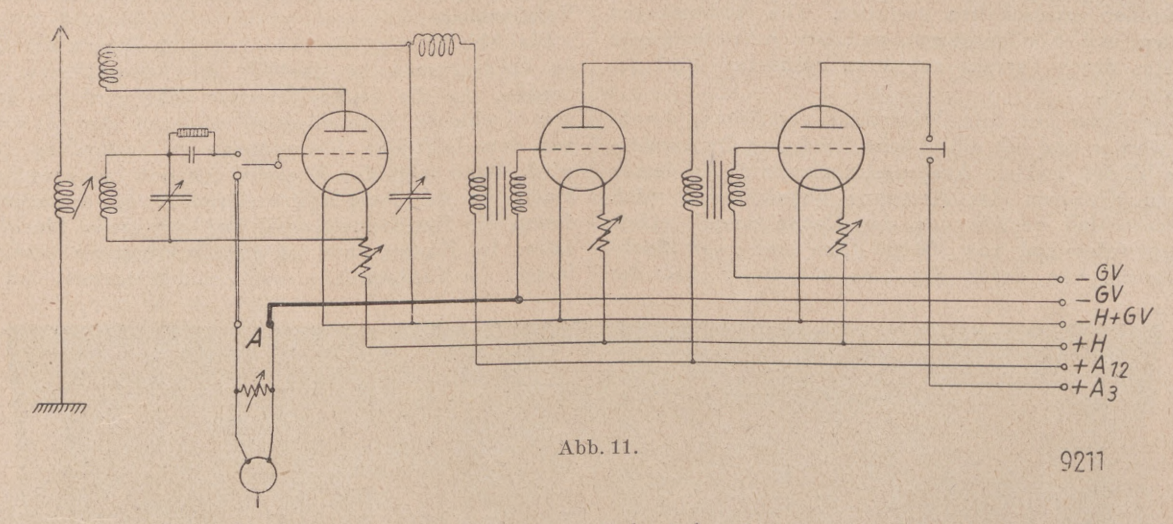


Abb. 11.

Diese Hinweise mögen genügen, um den interessierten Lesern die Möglichkeit zu geben, ihren vorhandenen Empfangsapparat für die elektrische Schallplattenwiedergabe herzurichten. Der Verfasser glaubt, den Bastlern die Beschreibung einiger Geräte, die speziell für diesen Zweck gebaut bzw. zusammengestellt worden sind, nicht vorenthalten zu können.

In der Erkenntnis, daß ein wahrer Genuß elektrisch übertragener Schallplattenmusik nur bei einem Aufwand von mindestens 1 Watt elektrischer (Verstärker-) Ausgangsleistung zu erreichen ist, wurde ein Apparat entworfen und gebaut, der als Endröhre die RE 604 benutzt. Mit dieser Endröhre ist es bei Verwendung eines guten Lautsprechers und bei günstiger Anpassung ohne Schwierigkeiten möglich, diese Leistung zu erzielen. Als Lautsprecher wurde das „Arcophon 3" gewählt.

Wegen des größenordnungsmäßig 40 mA betragenden Anodenstromverbrauches der RE 604 ist ein Batteriebetrieb von vornherein als unwirtschaftlich zu betrachten, so daß zur Entnahme der Anodenspannungen aus dem Lichtnetz übergegangen werden muß. Das zu beschreibende Gerät ist für die Entnahme der Anodenspannungen aus dem Gleichstromlichtnetz gebaut, kann aber auch durch Vorsetzen eines Gleichrichters mit dazugehöriger Drosselkette am Wechselstromlichtnetz verwendet werden. Der Heizstrom für die Röhren wird einem Akkumulator entnommen.

Die Schaltung des Apparates einschließlich Netzanschlußgerät zeigt Abb. 12.

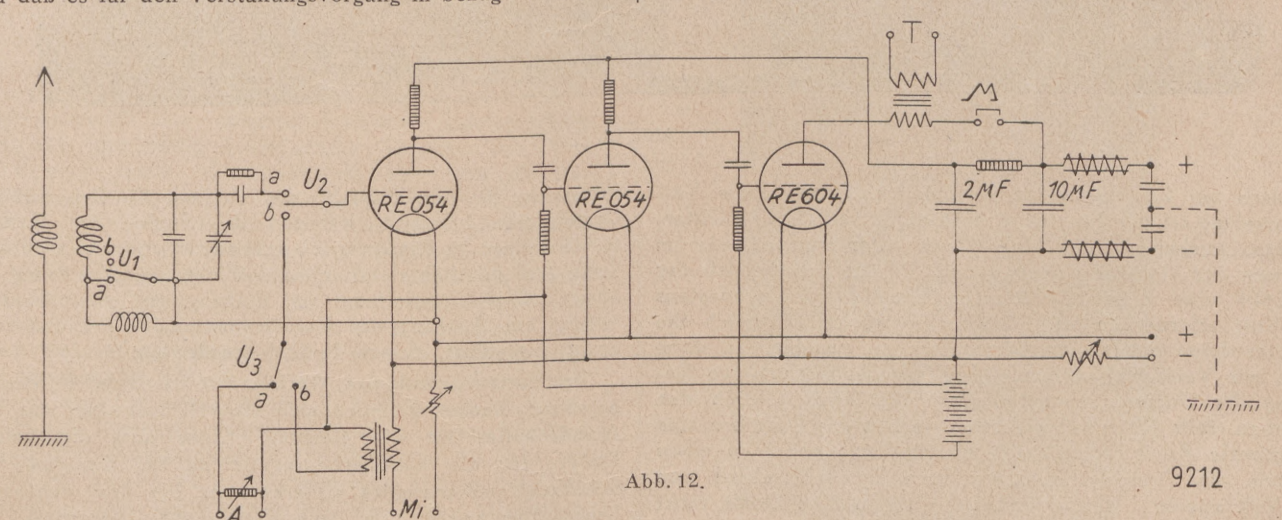


Abb. 12.

Es fällt sofort auf, daß ein Empfangskreis vorgesehen ist, der durch den Umschalter U_2 vom Verstärker abgeschaltet werden kann. Auf die Durchbildung der Empfangsanordnung wurde im vorliegenden Falle nur wenig Wert gelegt. Der Schwingungskreis ist fest auf die Wellen von Königswusterhausen und Berlin abgestimmt, und von außen lediglich durch den Umschalter U_1 bedienbar, der auf einen der beiden Sender umzuschalten gestattet. Die Abmessungen der Spulen und Kondensatoren sind am Aufstellungsorte des Gerätes durch Versuch auf ihren optimalen Wert gebracht worden.

Der Verstärker ist als Widerstandsverstärker durchgebildet worden und hat die übliche Schaltung. Im Anodenkreis der RE 604 liegt ein Ausgangstransformator, an dessen sekundären Klemmen das Arcophon angeschlossen wird. Der Netzanschluß besteht aus der Doppeldrossel, einem Beruhigungswiderstand von 200 000 Ohm und zwei Blockkondensatoren, von denen der eine mit 10 μF und der andere mit 2 μF bemessen worden ist. Durch diese Verdrosselung ist der Netzton vollständig beseitigt. Die Gittervorspannungen werden einer Batterie entnommen, die im Innern des Gerätes eingebaut ist. Da für den Betrieb der RE 604 eine negative Gittervorspannung von mindestens 25 Volt erforderlich ist, wäre es unzweckmäßig, auch die Gittervorspannungen aus dem Netz zu nehmen, da dann die zur Verfügung stehende Anodenspannung um den Betrag der Gittervorspannung vermindert wird. Durch den Einbau einer Gitterbatterie erhält jedoch die Endröhre eine maximale Anodenspannung von 200 Volt, wenn man einen durch die Drossel hervorgerufenen Spannungsabfall von 20 Volt ansetzt. Heizwiderstände sind in dem Gerät nicht eingebaut worden, weil Röhren zur Benutzung gelangen, die für 4 Volt Fadenspannung dimensioniert sind.

Im Anodenkreis der Endröhre ist ferner noch ein Anschluß M für ein Milliamperemeter vorgesehen, um von der Möglichkeit einer Aussteuerungskontrolle Gebrauch machen zu können, bei Nichtgebrauch des Milliamperemeters werden die Anschlußbuchsen durch einen Kurzschlußstecker überbrückt.

Wie aus der Schaltung ferner ersichtlich, ist neben der Einrichtung für die elektrische Schallplattenübertragung noch ein Anschluß für die Besprechung mit einem Mikrophon vorgesehen. Der Mikrophonübertrager ist im Innern des Gerätes auf der Grundplatte angeordnet.

Für die Lautstärkenregulierung wird bei Schallplattenübertragung ein Parallelwiderstand von 10 000 Ohm und bei Rundfunkempfang ein dem Abstimmkreis parallel liegender Drehkondensator von 100 cm benutzt. Die Lautstärkenregulierung des Rundfunkempfanges geschieht also nur durch Verstimmung.

Die Abb. 13 zeigt die Anordnung im Innern des Gerätes. Im Vordergrunde ist deutlich die Anschlußleiste zu erkennen. An die beiden Strecker links wird die Zuleitung zum Lichtnetz angeschlossen, während der Akkumulator mit dem folgenden Buchsenpaar in Verbindung gebracht wird. Dann folgt der Anschluß für den Lautsprecher. Dahinter ist der Ausgangstransformator zu erkennen, links davon die Netzdoppeldrossel und der große Blockkondensator. Im Hintergrunde ist die Gitterbatterie (30 Volt) befestigt. Im Vordergrunde rechts sind Antennen- und Gitterkreisspule für den Empfang des Berliner Senders auf der Grundplatte befestigt, während die Spulen für Königswusterhausen im Hintergrunde erkennbar sind. Alle übrigen Teile sind deutlich sichtbar, so daß sich eine Erklärung erübrigt. Die Gitterleitung am Eingang und die Anodenleitung am Ausgang des Verstärkers sind als Bleimanteldraht ausgeführt, dessen Mantel geerdet ist.

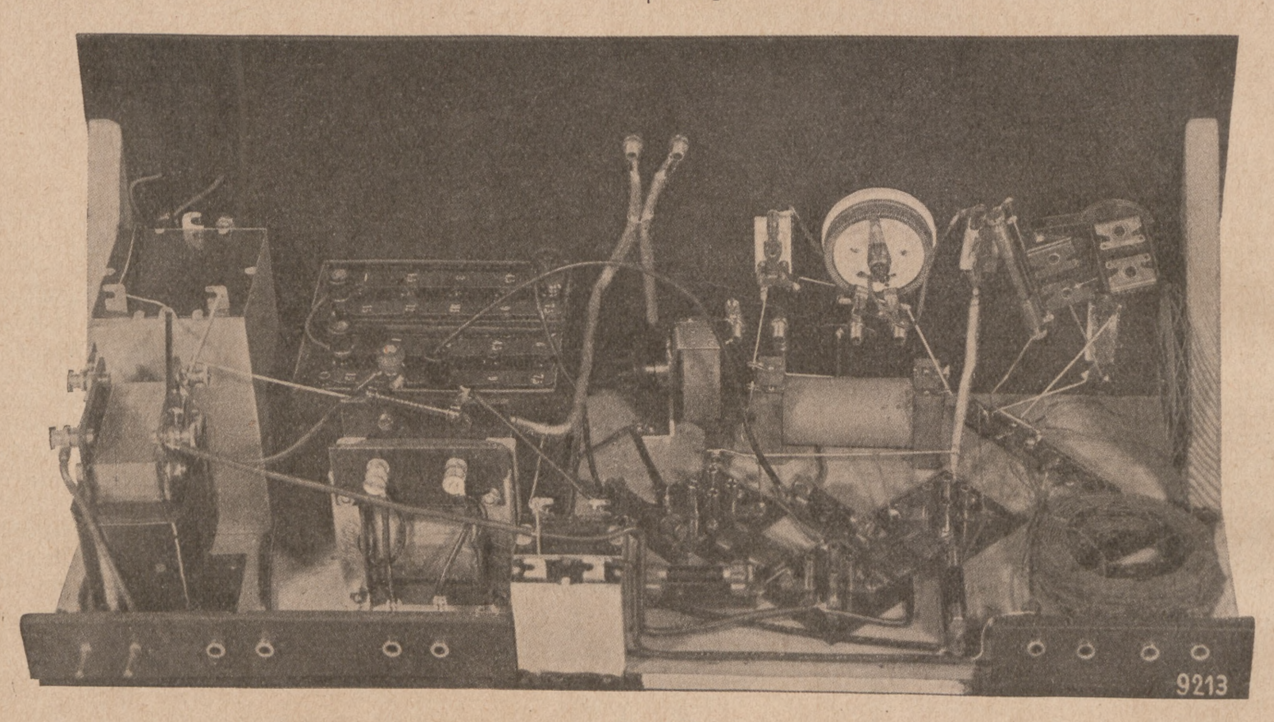


Abb. 13.

Die Vorderansicht des Gerätes ist in Abb. 14 wiedergegeben. Rechts befinden sich der Netzschalter und der Anlaßschalter für die Heizung. Links sind die beiden Knöpfe für die Lautstärkenregulierung bei Empfang und Schallplattenübertragung zu erkennen. Die drei sichtbaren Umschalter haben, von links nach rechts betrachtet, folgende Funktionen (s. a. Abb. 12):

I. a) Funk-Stunde Berlin,
   b) Königswusterhausen;

II. a) Empfang,
   b) Schallplattenübertragung;

III. a) Schallplattenübertragung,
   b) Mikrophon.

Die beiden Buchsenpaare dienen dem Anschluß des Tonabnehmers und des Mikrophons. Oben in der Mitte der

Frontplatte befindet sich noch ein Buchsenpaar zum Anschluß des Milliamperemeters (M in Abb. 12).

Mit diesem Verstärker ist bereits erfolgreich in einem größeren, etwa 100 Personen fassenden Unterrichtszimmer ein elektrodynamischer Lautsprecher (Magnovox) betrieben worden. Selbstverständlich konnte die sogenannte Sprechspule des elektrodynamischen Lautsprechers nicht an den vorhandenen Ausgangstransformator angeschlossen werden,

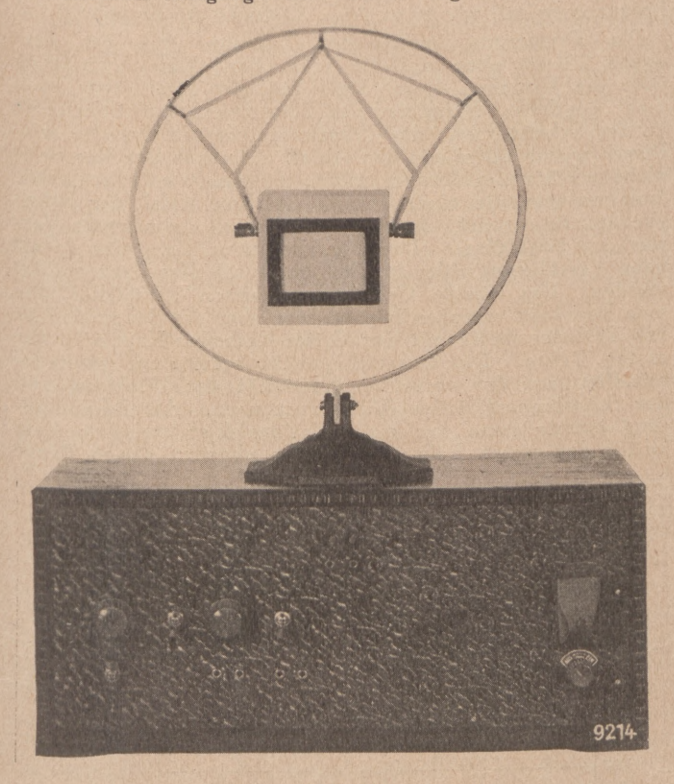


Abb. 14.

vielmehr war hierzu ein besonderer Ausgangstransformator notwendig, der an Stelle des Milliamperemeters an das Buchsenpaar auf der Frontplatte geschaltet wurde. Der Ausgangstransformator im Gerät wurde dabei kurzgeschlossen, um unnötige Verluste zu vermeiden.

Beim Gebrauch des elektrodynamischen Lautsprechers machte sich das völlig einwandfreie Arbeiten des Verstärkers noch mehr bemerkbar als bei dem elektromagnetischen Lautsprecher, indem die Wiedergabe an Natürlichkeit und Klangschönheit nach dem heutigen Stande der Technik nichts mehr zu wünschen übrig ließ.

Für größere Leistungen, z. B. für den Betrieb mehrerer Lautsprecher, ist eine Anlage aus im Handel erhältlichen Verstärkern und Netzanschlußgeräten zusammengestellt, und mit dem Schallplattenantriebswerk in einen Schrank eingebaut worden. In Abb. 15 ist die Anordnung der Geräte im Innern des Schrankes sichtbar. Die Anlage wird aus dem 220 Volt-Wechselstromnetz betrieben. Der Elektromotor für den Plattenteller ist im Hintergrunde links erkennbar. Im oberen Fach des Schrankes stehen links als Vorverstärker ein „Telefunken 10" und ein Telefunken Netzanschlußgerät „Typ W". Der Vorverstärker ist mit den Röhren REN 1104, REN 1004 und RE 134 bestückt und wird mit Wechselstrom geheizt. An dem Ausgang des Vorverstärkers ist der im unteren Fach aufgestellte Telefunken-Endverstärker „K V 11" angeschlossen. In diesem Endverstärker befindet sich eine Kraftverstärkerröhre RV 218, die von zwei Gleichrichterröhren RGN 1503 gespeist wird. Das Netzanschlußgerät hierfür ist mit eingebaut. Neben der Endstufe ist noch der Vorschaltwiderstand sichtbar, der dem Elektromotor vorgeschaltet ist. An der rechten Außenseite des Schrankes ist der Anschluß für das Wechselstromkabel angebracht. Darüber befinden sich einige Schalter für den Motor und die Netzanschlußgeräte. Unten ist noch eine Klemme zu erkennen, an die die Erdleitung angeschlossen wird. Der Anschluß für den Lautsprecher befindet sich an der linken Seitenwand des Schrankes.

Mit dieser Anlage können bis zu acht parallel geschaltete elektromagnetische Lautsprecher betrieben werden.

Zusammenfassung.

Für die Durchbildung und Dimensionierung des Verstärkers gelten beim Rundfunkempfang und bei der elektrischen Schalplattenübertragung die gleichen Bedingungen. Während beim Rundfunkempfang der Verstärker niederfreqente Wechselspannungen von der Audionröhre erhält, werden ihm diese bei der Schallplattenübertragung von dem Tonabnehmer zugeführt.

Nimmt man an, daß der Charakter der erzeugten Wechselspannungen den Tonschwingungen der Originaldarbietung (Aufnahme) entspricht, was bei dem heutigen Stande der Technik schon relativ gut der Fall ist, so ist die Güte der Wiedergabe in erheblichem Maße von den Eigenschaften der Endröhre des Verstärkers abhängig. Für die Wahl der Endröhre ist die Endleistung maßgebend, die für den Betrieb des Lautsprechers erforderlich ist. Bei der Bestimmung der Lautsprecherleistung müssen Größe und Besetzung des Raumes, in dem die Wiedergabe stattfindet, berücksichtigt werden.

Abgesehen von der Erfüllung dieser quantitativen Forderungen müssen die qualitativen Eigeschaften der verwendeten Einzelteile (wie Transformatoren, Kondensatoren) und die des Lautsprechers den Bedingungen für die Wiedergabe der in der Musik vorkommenden Frequenzen genügen.



Abb. 15.

Nicht unerwähnt darf bleiben, daß die Einhaltung der für den Betrieb der Röhren erforderlichen Anoden- und Gittervorspannungen für die Gesamtwirkung der Übertragung von außerordentlich großer Wichtigkeit ist.



Rückkopplung in Widerstandsverstärkern

Von

Dr.-Ing. A. Kofes, M. I. R. E.

Oswald Scharfenberg weist am Schluß seiner Ausführungen im „Funk-Bastler", Heft 7, Seite 97, zur Frage des direkt gekoppelten Widerstandsverstärkers auf galvanische Rückkopplungen hin. Dieser Autor bemerkt ganz richtig, daß die galvanischen Rückkopplungen frequenzunabhängig sind. Die nachfolgenden Messungen werden jedoch zeigen, daß leicht eine Frequenzabhängigkeit

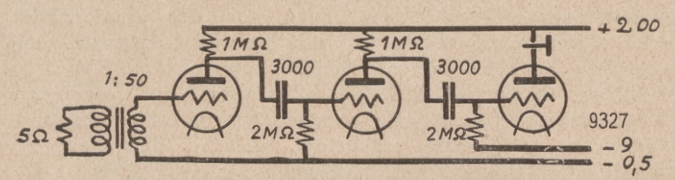


Abb. 1.

hineinkommen kann, an die man zuerst gar nicht denkt. Außerdem sind die Rückkopplungen oft ungewollt vorhanden. Sie sind sogar sehr viel häufiger vorhanden als man annimmt. Es kann sich nämlich hierbei um sehr hohe Widerstände handeln, die bei ungeeigneter Anordnung Resonanzerscheinungen hervorrufen. Unter Umständen können es Widerstände in der Größenordnung von 10 bis 100 Megohm sein. Es ist klar, daß derartige Werte schon als Isolationsfehler auftreten können, und ich möchte sagen, fast immer vorhanden sind, wenn nicht beim Bau des Verstärkers besondere Vorkehrungen getroffen werden. Allerdings werden nur in ganz besonderen Fällen Isolationsfehler von so hohem Widerstand einen schädlichen Einfluß ausüben.

An Hand eines Beispiels und einiger Messungen sei gezeigt, wie sich derartige Erscheinungen auswirken können. Es handelte sich darum, für die Besprechung von Lautsprechern einen Mikrophonverstärker zu bauen, der bei einem Mikrophon von 5 Ohm Widerstand eine ausreichende Lautstärke im Lautsprecher gab, um einen Saal zu füllen. Vor dem (dynamischen) Lautsprecher war noch ein Transformatorenverstärker mit etwa 10facher Verstärkung angeordnet. Die berechnete Verstärkung eines dreistufigen Widerstandsverstärkers mit entsprechendem Eingangstransformator genügte den gestellten Anforderungen, und mit diesem wollen wir uns daher ausschließlich beschäftigen.

Zunächst wurde der Verstärker zusammengebaut, und zwar auf einer Pertinaxplatte von 5 × 12 cm, um möglichst kurze Leitungen zu erhalten. Die Werte waren die allgemein üblichen, wie sie in Abb. 1 eingetragen sind.

Der Verstärker wurde gemessen und ergab die Frequenzkurve der Abb. 2. Danach wurde ein geeigneter Transformator berechnet. Für diesen ergab sich eine Übersetzung

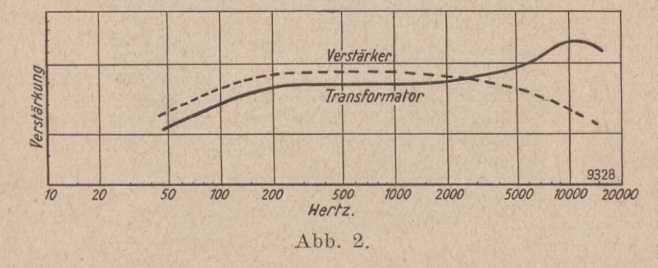


Abb. 2.

von 1 : 50, da das Mikrophon mit seinen 5 Ohm dem Gitter der ersten Röhre angepaßt werden mußte. Auch dieser Transformator wurde zunächst für sich allein vorgenommen und ergab die Frequenzkurve, wie sie gleichfalls in Abb. 2 eingezeichnet ist.

Für beide Teile, sowohl für den Transformator als auch für den Verstärker, ist die Frequenzkurve ausgezeichnet. Aus diesem Grunde wurde auch ohne Bedenken der Transformator eingeschaltet. Es zeigte sich aber, daß die Qualität der Sprache im Lautsprecher unbrauchbar war. Zunächst schien es keine Erklärung dafür zu geben. Die Messung des gesamten Geräts ergab dann den ungünstigen Frequenzverlauf, wie er in Abb. 3, Kurve A, dargestellt ist.

Die Verzerrung infolge der Resonanz bei der Frequenz 250 ist ohne weiteres erkennbar. Eine Aufklärung über die Ursachen dieser Resonanz war damit aber noch nicht gegeben. Beispielsweise konnte ein Isolationsfehler an der Sekundärseite des Transformators die Ursache sein. Dieser würde allerdings den Abfall unterhalb der Resonanz nicht erklären; außerdem müßte es eine *sehr* schlechte Isolation sein, die einen derartig starken Abfall der hohen Frequenzen erzeugt. In diesem Fall wäre die normale Verstärkung 500 000fach. Das war aber unmöglich; eine derart hohe Verstärkungsziffer konnte nur durch Resonanz erklärt werden. Das einzige Gebilde am ganzen Verstärker, das eine Resonanz erzeugen konnte, war aber die Sekundärseite des Transformators mit der Gitter-Kathoden-Kapazität der ersten Röhre. Die Gesamtkapazität setzt sich selbstverständlich aus der verteilten Kapazität der Wicklung und der Schaltkapazität der Röhre zusammen. Als Rückkopplung konnte dann nur ein Isolationsfehler zwischen dem Gitter der ersten Röhre und einem phasenrichtigen Punkt

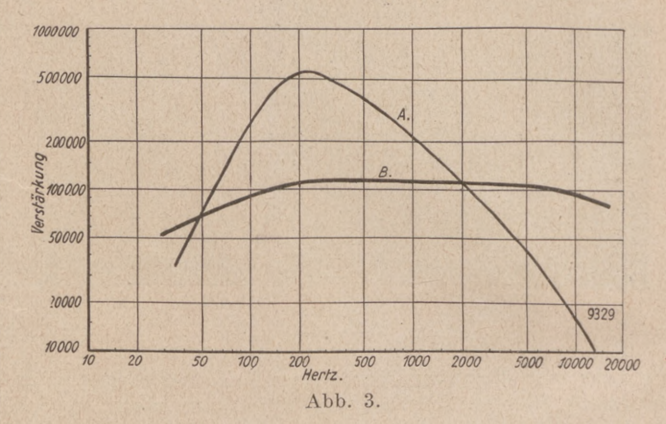


Abb. 3.

der zweiten oder dritten Röhre in Frage kommen. Diese Isolation betrug aber überall mehrere Megohm!

Der hier geschilderte Fall ist durch das Zusammentreffen unglücklicher Verhältnisse eingetreten. Durch die hohe Induktivität der Sekundärwicklung des Eingangstransformators wurde der Verstärker so empfindlich, und nur die durch das 5ohmige Mikrophon nahezu kurz geschlossene Primärseite wirkte so stark dämpfend, daß ein Selbsttönen vermieden wurde, das aber sofort eintrat, wenn der Mikrophonkreis unterbrochen wurde.

Der Beweis dafür, daß diese Annahmen richtig waren, wurde dadurch erbracht, daß der Verstärker neu aufgebaut wurde, und zwar so, daß alle drei Stufen getrennt für sich angeordnet wurden und dann der Verstärker aus diesen drei Einheiten zusammengeschaltet wurde. Die Kurve der so zusammengebauten Anordnung ist in Abb. 3 B wiedergegeben. Sie zeigt einen absolut einwandfreien Verlauf, bei dem von der früheren Resonanz nicht das geringste zu bemerken ist.

Die Nutzanwendung, die aus diesem Beispiel zu ziehen wäre, ist die: Der erste Verstärker war trotz oder vielmehr infolge seines gedrängten (kapazitätsarmen!) Aufbaues unbrauchbar. Der neue Verstärker arbeitet einwandfrei, trotzdem bei seinem Aufbau auf kurze Leitungen und Verringerung der Kapazität nicht weiter geachtet worden war. — Er war einfach mit Steckerschnüren von etwa 1 m Länge zusammengeschaltet worden, und diese Schnüre lagen wild durcheinander. — Die Verbesserung wurde lediglich durch Vermeidung der Isolationsfehler, die rückkoppelnd wirkten, erzielt. Diese Rückkopplung war aber keineswegs frequenzunabhängig, da durch den Eingangstransformator eine Frequenzabhängigkeit auftrat.

Die Ausleuchtung und Projektion der Bilder des Fernsehempfängers

Von
Dr. W. Kesseldorfer.

Wir stehen am Anfang der praktischen Auswirkung der Fernsehtechnik. Da genügt es uns eben noch, wenn die Bilder im Empfänger in der Größe von etwa 5 × 5 cm lichtschwach auf einer Mattscheibe erscheinen. Doch genau so wie die ersten Funkfreunde vor fünf Jahren entzückt waren über die Melodien, die da aus weiter Ferne eben noch hörbar durch den Kopfhörer an das Ohr schlugen, während sie heute nur noch den tonreinen Lautsprecherempfang wünschen, so wird man sich sehr bald nicht mehr mit den kleinen, lichtschwachen Bildchen auf der Mattscheibe zufrieden geben; man wird große, lichtstarke Bilder möglichst auf eine Leinwand projiziert verlangen, die die gleiche Bewegungsfreiheit geben, die der Lautsprecher für den Hörempfang gebracht hat.

Beim Fernsehempfänger ist jedoch der Übergang von dem kleinen, lichtschwachen Bild auf der Mattscheibe zum großen, lichtstarken Bild auf dem Projektionsschirm nicht so einfach wie beim Hörempfänger. Das Projektionsbild erfordert einen ganz wesentlich höheren Aufwand an Apparaten als das Bild auf der Mattscheibe. Für dieses genügt schon die Neonlampe mit großflächiger Elektrode von etwa 5 × 5 cm als Lichtrelais hinter der Nipkowschen Spirallochscheibe. Lichtstärkere Bilder liefert bereits die von Mihaly angewandte Superfrequenzlampe[1]). Die mit dieser Lampe gewonnenen Bilder können auch zur Not mit Hilfe eines Objektivs auf einen Wandschirm geworfen werden. Es ist aber klar, daß bei der Verteilung derselben Lichtmenge, die für die Mattscheibe ausreicht, auf einen großen Projektionsschirm die Helligkeit des Bildes sehr stark heruntergeht. Meines Erachtens müßte in diesem Falle bereits das am Schluß dieses Aufsatzes erwähnte Weillersche Spiegelrad angewendet werden, auf das das Licht der Empfängerlampe durch eine Linse konzentriert wird.

Wir müssen uns darüber klar sein, daß von der Neonlampe ebenso wie von der Superfrequenzlampe in jedem Augenblick immer nur die auf einen einzigen Bildpunkt entfallende Lichtmenge für die Ausleuchtung des Bildes ausgenutzt wird. Die Lichtquelle muß doch eine leuchtende Fläche besitzen, deren Größe durch die Dimensionen der Nipkowschen Scheibe gegeben ist bzw. durch den Abstand des ersten Loches der Scheibe einerseits von dem nächstfolgenden entlang des Umfangs, andererseits von dem letzten Loch in radialer Richtung[2]). Ist die Scheibe so gebaut, daß sich das Empfängerbild z. B. aus 2500 Bildpunkten zusammensetzt, so trifft auf die Mattscheibe in jedem Augenblick nur $^1/_{2500}$ der gesamten verfügbaren Lichtmenge der Lampe; die restlichen 2499 Teile aber sind durch die Nipkowsche Scheibe abgeblendet.

Konzentriert man dagegen die gesamte Lichtmenge der Lampe durch eine Sammellinse und läßt dieses konzentrierte Strahlenbündel so auf bewegliche Spiegel fallen, daß der Brennpunkt der Linse in Bildpunktgröße auf eine Projektionsfläche geworfen wird, so wird in jedem Augenblick die gesamte Lichtmenge der Empfängerlampe, abzüglich der nicht allzu großen Verluste durch die Linse und die Spiegel, für die Ausleuchtung des Bildes nutzbar gemacht.

Am weitesten in der Ausleuchtung des Empfängerbildes ist meines Wissens augenblicklich das System von Telefunken-Karolus gekommen, eben unter Anwendung dieses Spiegelrades. Karolus hat sich nicht nur von der Nipkowschen Scheibe (wegen ihres schlechten Lichtwirkungsgrades) abgewendet, sondern hat sich auch freigemacht von der Glimmlampe, da er höhere Bildpunktfrequenzen erstrebt, als heute angewendet werden. Bei höheren Bildpunktfrequenzen treten jedoch an der Glimmlampe bereits Schwierigkeiten durch die Trägheit der Rekombination der geladenen Gasteilchen auf. (Auch bei der Superfrequenzlampe wird nur das zwischen den Elektroden auftretende Glimmlicht verwertet.)

Karolus hat die direkt durch die ankommenden Stromschwankungen gesteuerte Gasentladungslampe durch eine konstante, sehr starke Lichtquelle, nämlich eine Bogenlampe, ersetzt. Das durch eine Linse konzentrierte Licht dieser konstanten Quelle schickt er durch eine Lichtblende, die Karolus-Kerr-Zelle. Diese Blende wird durch die ankommenden Stromschwankungen gesteuert, so daß sie das sie durchdringende Lichtstrahlenbündel entsprechend den Stromschwankungen in seiner vollen Stärke oder geschwächt oder schließlich überhaupt nicht austreten läßt. Das aus der Zelle austretende Strahlenbündel wird durch eine Linse gesammelt und auf das sogenannte Weillersche Spiegelrad geworfen, das die reflektierten Strahlen auf der Projektionsfläche richtig verteilt.

Die Wirkungsweise der Lichtblende, nämlich der Karolus-Kerr-Zelle, die den wesentlichsten Teil dieses Empfängersystems darstellt, ist nicht ganz leicht zu verstehen. Man müßte dazu eigentlich das ganze Rüstzeug der optischen Physik heranholen. Da diese Begriffe aber vielen Lesern nicht oder nicht mehr geläufig sind, will ich im folgenden den Versuch machen, eine möglichst allgemeinverständliche Darstellung und Erklärung der Karolus-Kerr-Zelle zu geben, die sich mit der streng wissenschaftlichen Erklärung zwar nicht ganz deckt, ihr aber in keiner Weise dem Sinne nach zuwiderläuft.

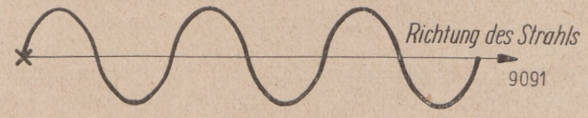


Abb. 1. Fortpflanzung des Lichtes in Wellenform.

Die Karolus-Kerr-Zelle.

Um die Karolus-Kerr-Zelle im Prinzip verstehen zu können, muß man sich zuerst mit dem Begriff des polarisierten Lichts vertraut machen.

Es dürfte bekannt sein, daß sich das Licht in Wellen fortpflanzt, also z. B. ein Sonnenstrahl als ein unendlich dünnes, gerades, aber welliges Gebilde aufzufassen ist (s. Abb. 1). Wenn man einen solchen Sonnenstrahl etwa in zehnmillionenfacher Vergrößerung aufzeichnet, so ergibt sich eine Schlangenlinie, bei der man die Vorstellung hat, daß die Ätherteilchen, das sind die Träger der Wellen, in der Ebene des Papiers auf- und abschwingen, so wie die Wasserteilchen an Ort und Stelle auf- und abschwingen, wenn man einen Stein ins Wasser wirft. Aber es kommt jetzt darauf an, sich vorzustellen, daß die Ätherteilchen nur in der Papierebene auf- und abschwingen. Wäre es nun wirklich so, dann wäre das schon polarisiertes Licht. Also ein Lichtstrahl ist polarisiert, wenn die Ätherteilchen nur in einer Ebene auf- und abschwingen.

Daß dies aber nicht die natürliche Art der Schwingungen der Ätherteilchen in einem Lichstrahl ist, muß uns schon die Logik sagen; denn welche Ebene sollte nun eigentlich die bevorzugte sein: die Papierebene oder die Normale darauf, oder die in irgendeinem Winkel dazu stehende? In Wirk-

[1]) Vgl. „Funk-Bastler" 1928, Heft 45, Seite 694.
[2]) Vgl. „Funk-Bastler" 1929, Heft 6, Seite 90.

lichkeit schwingen die Ätherteilchen eben in allen denkbaren, unendlich vielen Ebenen, die man durch eine Gerade, nämlich die Richtung des Lichtstrahls, legen kann. So ein Wellenbauch würde also, wenn man ihn genügend vergrößern würde, etwa aussehen wie eine Spinnkunkel (s. Abb. 2). Und die Wellenbewegung schiebt sich in der Richtung des Lichtstrahls mit unendlicher Geschwindigkeit fort.

Nun gibt es ein Mineral, den sogenannten isländischen Spath, dessen rhomboedrische Kristalle nach einer bestimmten Richtungsebene aus unendlich vielen Schichten zusammengesetzt scheinen, welche das Licht nur dann hindurchlassen, wenn es in einer Ebene schwingt, die mit den Schichtebenen zusammenfällt. Das Licht kann vielleicht gerade nur durch die freien Spalten zwischen den einzelnen Ebenen hindurchschwingen. Der Kristall siebt also aus den Schwingungskunkeln die Schwingung heraus, die in der Ebene der Kristallschichten schwingen.

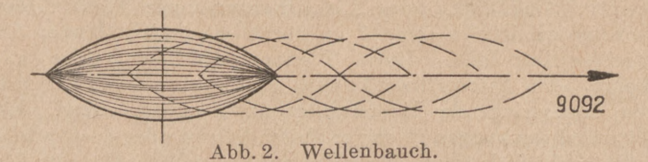


Abb. 2. Wellenbauch.

Es ist natürlich nicht ganz so einfach, wie es hier dargestellt ist, denn es ist noch eine andere unangenehme Eigenschaft des Kristalls zu berücksichtigen, nämlich die, daß er einen Lichtstrahl zunächst in zwei Strahlen aufspaltet, die in einem spitzen Winkel zueinander stehen. Der Physiker Nicol hat es durch einen einfachen Kunstgriff fertiggebracht, einen dieser beiden Strahlen unschädlich zu machen. Er schnitt ein Kristallrhomboeder in einer bestimmten Richtung durch (s. Abb. 3) und klebte die beiden Hälften genau in derselben Lage mit kanadischem Balsam wieder zusammen. Die Stirnflächen des Rhomboeders schliff er in einem Winkel von 68 Grad an. Fällt nun ein Lichtstrahl auf diese angeschliffene Stirnfläche in der gezeichneten Richtung, so wird er zunächst polarisiert, d. h. er kann nur mehr in der Ebene, die parallel zur Papierebene liegt, durch das Rhomboeder hindurchschwingen. Er hat sich aber sofort beim Eintritt in den Kristall in zwei

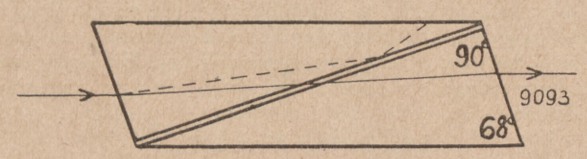


Abb. 3. Das Nicolsche Prisma.

Strahlen mit verschiedenen Brechungswinkeln aufgespalten, welche nun beide auf die Schicht des kanadischen Balsams auftreffen. Das Verhalten der beiden Strahlen in bezug auf ihre Reflexion ist glücklicherweise ein ganz verschiedenes: der obere, gestrichelt gezeichnete Strahl, der der ordentliche Strahl heißt, erleidet an der Balsamschicht eine totale Reflexion. Er wird also nach oben aus dem Kristall herausreflektiert. Der untere, voll ausgezogene Strahl dagegen, macht diese Totalreflexion nicht mit, sondern geht durch die Balsamschicht hindurch und tritt an der zweiten Stirnfläche desselben als polarisiertes Licht aus.

Wenn man zwei derartige Nicols (so nennt man heute allgemein diese zusammengeklebten Kristalle) hintereinander anordnet (s. Abb. 4), so kann der aus dem ersten Nicol austretende polarisierte Lichtstrahl nur dann durch das zweite Nicol hindurchgehen, wenn dessen Schichtebenen in ihrer Richtung genau übereinstimmen mit den Schichtebenen des ersten Nicols. Dreht man das zweite Nicol um 90 Grad um seine eigene Achse, die in die Richtung des Lichtstrahls fällt, so kann der polarisierte Lichtstrahl nicht mehr durch dasselbe hindurchdringen (s. Abb. 4 rechts).

Der Physiker Kerr hat nun entdeckt, daß es möglich ist, die Ebene der schwingenden Ätherteilchen hinter dem ersten Nicol zu verwinden, wenn man zwischen die beiden Nicols klares Nitrobenzol bringt und ein elektrisches Feld einer bestimmten Stärke auf dieses einwirken läßt. Je stärker dieses elektrische Feld ist, je höher also die es er-

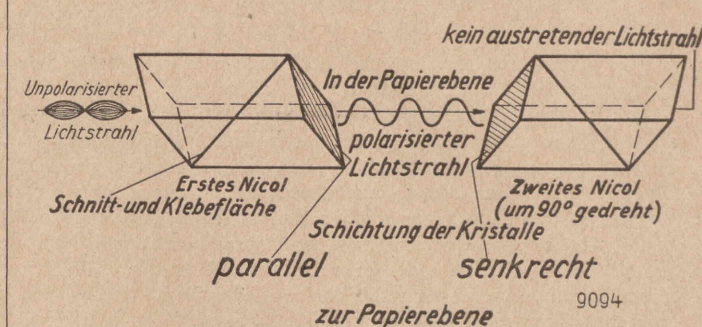


Abb. 4. Wirkung zweier gekreuzter Nicols.

zeugende Spannung ist, desto stärker ist die Verwindung. Bei einer bestimmten Höhe der Spannung kann man die Schwingebene des polarisierten Strahls aus der Papierebene heraus so verwinden, daß sie normal auf ihr steht (s. Abb 5).

Im Prinzip ist die Wirkung der Karolus-Zelle also folgende: sie besteht aus zwei hintereinander angeordneten Nicols, deren Schichtebenen aufeinander normal gestellt sind (gekreuzte Nicols). In der Mitte zwischen den beiden Nicols wird das Nitrobenzol und das starke elektrische Feld eines Kondensators angeordnet. Tritt ein Lichtstrahl durch das erste Nicol ein, so kann er durch das zweite Nicol nicht hindurchdringen, solange an die Kondensatorplatten keine Spannung angelegt ist. Wird an den Kondensator eine bestimmte Spannung angelegt, so verwindet das elektrische Feld desselben die Polarisationsebene des aus dem ersten Nicol austretenden Lichtstrahls um 90 Grad, dreht sie also in die Schichtebene des zweiten Nicols, so daß der polarisierte Lichtstrahl nun auch das zweite Nicol durchdringen und aus ihm auf die Bildfläche austreten kann. Bei einer kleineren als dieser Grenzspannung wird die Polarisationsebene nicht vollständig um 90 Grad verdreht. Dementsprechend tritt der Lichtstrahl aus dem zweiten Nicol nur unvollständig aus, d. h. er erscheint auf der Bildfläche als schwächerer Lichtpunkt.

Der große Vorteil der Karolus-Zelle beruht, wie bereits früher kurz erwähnt, darauf, daß die Lichtquelle im Emp-

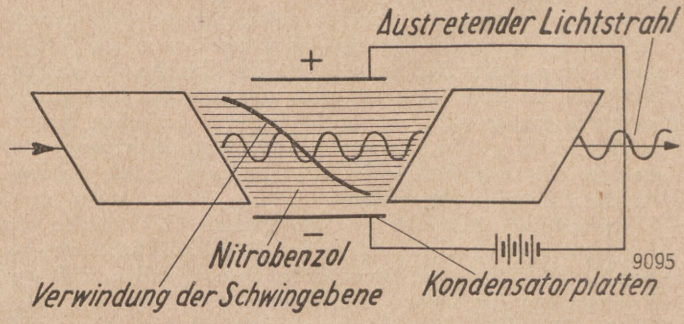


Abb. 5. Prinzip der Karolus-Kerr-Zelle.

fänger unabhängig ist von der eigentlichen Bildübertragung. Es kann also eine beliebige und eine beliebig starke Lichtquelle gewählt werden, z. B. eine starke Bogenlampe, deren Strahlen man durch eine Sammellinse auf das erste Nicol wirft. Die im Empfänger auftretenden Spannungsschwankungen werden lediglich dazu benutzt, das elektrische Feld zwischen den beiden Nicols zu erzeugen und durch die Schwankungen die polarisierten Lichtstrahlen mehr oder minder zu verdrehen. Es wird also das starke Lichtstrahlenbündel durch den Empfänger bloß gesteuert, während bei

der Neonlampe und der Superfrequenzlampe die Spannungsschwankungen unmittelbar die Lichtschwankungen selbst hervorrufen müssen. Schließlich hat die Karolus-Kerr-Zelle gegenüber den Gasentladungslampen noch den Vorteil der weit größeren Trägheitslosigkeit, so daß Bildpunktfrequenzen weit über 100 000 Hz mit Leichtigkeit bewältigt werden können.

Da aber das aus der Karolus-Kerr-Zelle austretende Lichtstrahlenbündel keine oder nur sehr geringe Flächenwirkung besitzt, so war die Nipkowsche Scheibe zur Bildpunktzusammensetzung unverwendbar. Das Telefunken-Karolus-System bedient sich deshalb zur Lichtpunktzusammensetzung des Weillerschen Spiegelrades, das sehr leicht zu verstehen ist und im folgenden noch kurz beschrieben werden soll.

Das Weillersche Spiegelrad.

An dem Umfang, bzw. der Mantelfläche eines Rades, sind dicht nebeneinander z. B. 50 Planspiegel aufgesetzt, wenn

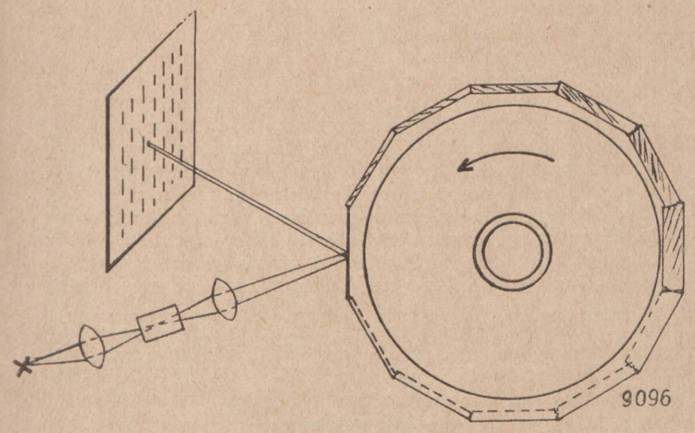


Abb. 6. Das Weillersche Spiegelrad.

die Nipkowsche Scheibe im Sender 50 Löcher besitzt (s. Abb. 6). Die Karolus-Kerr-Zelle wird nun links unten in einiger Entfernung vom Umfang des Spiegelrades so angeordnet, daß das durch eine Linse gesammelte Lichtstrahlenbündel von jedem Spiegelchen, das in seinen Bereich eintritt, nach links oben auf einen Lichtschirm reflektiert wird.

Dreht sich das Rad in der Pfeilrichtung, so wandert der von einem Spiegel reflektierte Strahl auf der Projektionsfläche von oben nach unten, da sich sein Einfallswinkel während der Drehung ständig ändert. Sowie der eine Spiegel aus dem Bereich des Lichtstrahls heraustritt, sowie also der reflektierte Lichtstrahl am unteren Rande der Projektionsfläche angekommen ist, tritt der nächste Spiegel in den Bereich des Strahls ein und wirft diesen an den oberen Rand der Fläche zurück.

Wären nun aber die Spiegel am Umfang des Rades alle in der gleichen Weise angeordnet, so würde immer nur ein und dieselbe Bildpunktlinie von oben nach unten bestrichen. Um von jedem Spiegel eine neue Bildpunktzeile zu gewinnen, müssen die Spiegel offenbar gegeneinander versetzt angeordnet sein. Wenn also die Ebene des ersten Spiegels z. B. parallel zur Welle des Rades liegt, so wie in der Abb. 6, dann muß die Ebene des zweiten Spiegels einen sehr spitzen Winkel mit der Welle bilden, die des dritten Spiegels einen etwas weniger spitzen Winkel usw. Aus der Abb. 6 ist diese Verschränkung der Spiegel gegeneinander leidlich zu erkennen. Der Deutlichkeit wegen sind dort allerdings nur 12 Spiegel gezeichnet, während in Wirklichkeit, wie bereits erwähnt, ebenso viele Spiegel vorhanden sein müssen wie Löcher in der Sendescheibe.

Dreht sich das Spiegelrad mit einer Geschwindigkeit von 10 Umdrehungen in der Sekunde, so liefert in $^1/_{10}$ Sekunde jeder Spiegel eine gesonderte Bildpunktzeile, so daß das ganze Bild auf die Fläche gebracht und infolge der Trägheit des menschlichen Auges von uns ständig wahrgenommen wird.

Die Größe des Projektionsbildes und der Bildpunkte wird teils durch die Entfernung der Projektionsfläche von dem Spiegelrad und teils durch die in der Abb. 6 zwischen der Zelle und dem Spiegelrad eingezeichnete Sammellinse eingestellt.

Das Weillersche Spiegelrad ermöglichte also erst die richtige Ausnutzung der Eigenschaften der Karolus-Kerr-Zelle und liefert mit dieser zusammen tatsächlich heute die hellsten Projektionsbilder. Man darf allerdings noch nicht an die Helligkeit etwa unserer Kinobilder denken, da der Wirkungsgrad der Karolus-Kerr-Zelle heute noch ein verhältnismäßig recht geringer ist. Doch die Entwicklung steht auch erst am Anfang.

Erzielung veränderlicher Anodenspannungen.

Die meisten im Gebrauch befindlichen Netzanodengeräte haben mehrere Abgriffe der positiven Anodenspannung, die aber nicht genügend nah aufeinander folgen, so daß beispielsweise der Audionröhre nicht genau die Spannung gegeben werden kann, bei der sie am besten arbeitet. Mit Hilfe eines Potentiometers kann man sich aber auch bei solchen Geräten eine stetig veränderliche Audion-Anodenspannung herstellen, vorausgesetzt daß das Anodengerät einen Spannungsteiler besitzt. Es ist nur notwendig, zwischen der Buchse — A und der positiven Buchse der Spannung, die man als höchste Audionspannung ansehen will, ein genügend großes Potentiometer einzuschalten. An dessen Mittenkontakt legt man jetzt den Anschluß der Audionröhre; ihre Spannung kann man durch Drehen des Potentiometerknopfes zwischen Null und der maximalen Spannung stetig ändern und sich auf diese Weise die günstigste Spannung einstellen.

Angenommen, die höchste Audionspannung, also die höchste Anodenspannung, mit der das Audion überhaupt betrieben würde, betrüge 80 Volt. Dann schaltet man zwischen den Buchsen Null und + 80 ein Potentiometer ein, dessen Widerstand etwa doppelt so groß ist wie der Widerstand des Spannungsteilers, der zwischen Null und + 80 liegt.

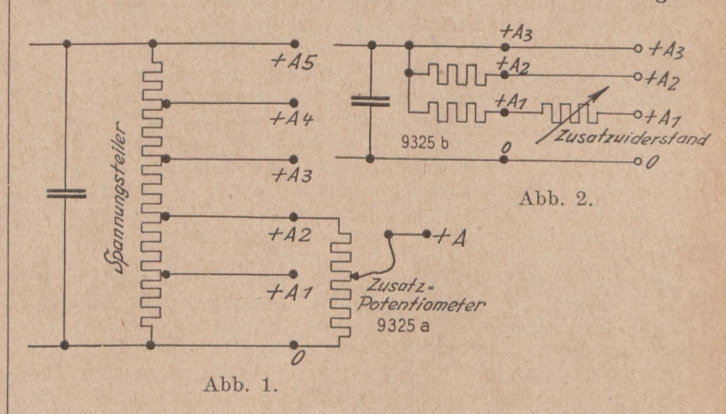


Abb. 1. Abb. 2.

Wäre zwischen diesen beiden Buchsen ein Widerstand von 4000 Ohm vorhanden, dann müßte das Potentiometer rund 8000 Ohm groß sein. Es muß darauf geachtet werden, daß ein Potentiometer *genügender Belastungsfähigkeit* zur Verwendung kommt; es sind die solidesten Konstruktionen zu benutzen, die der Handel führt. Die Einschaltung des Potentiometers, das man am besten an der Rückseite der Frontplatte des Netzanodengerätes montiert, ist aus Abb. 1 ersichtlich. Hat das Netzanschlußgerät aber keinen Spannungsteiler, um die verschiedenen Unterspannungen herzustellen, sondern Vorschaltwiderstände, so kann man sich eine regelbare Audionspannung verschaffen, indem man einen regulierbaren Hochohmwiderstand zwischen der Audionspannungsbuchse des Netzgerätes und dem Anschluß des Empfängers gemäß Abb. 2 einschaltet; Größe des Widerstandes etwa 100 000 Ohm, nach unten regulierbar bis auf 0 Ohm. *S.*

Die Berechnung von Drosseln für Netzanschlußgeräte

Eine Antwort auf eine Frage.

Von Wilhelm Riegel.

Eine Zuschrift auf meinen Aufsatz „Die Berechnung von Drosseln für Netzanschlußgeräte" im „Funk-Bastler", Jahr 1928, Heft 14, Seite 219, macht darauf aufmerksam, daß Th. Edelstein im „Funk-Bastler" einmal vorgeschlagen hätte, „eine Doppeldrossel, d. i. eine Drossel mit zwei Wicklungen auf einem Eisenkern, zu verwenden, die den Vorteil hat, daß die Gleichstromvormagnetisierung aufgehoben wird". Dieser Behauptung liegt ein Trugschluß zugrunde, der in den folgenden Ausführungen mitgeteilt werden soll.

Nehmen wir an, wir hätten zwei gleiche Drosseln gebaut nach der Berechnung, wie sie in meinem Aufsatz angegeben, also mit je 19,5 Hy. Schaltet man nun diese beiden Drosseln hintereinander, so werden sie beide vom gleichen Strom durchflossen, und man erhält einfach die Summe der beiden Selbstinduktionen, also 39 Hy, genau so, wie man bei der Hintereinanderschaltung von Ohmschen Widerständen insgesamt die Summe der Widerstände erhält. Bauen wir aber aus den beiden Spulen eine Doppeldrossel, d. h. bringen wir die beiden Spulen auf einem gemeinschaftlichen Eisenkern unter und schalten diese beiden Spulen so, daß sie vom gleichen Strom in der gleichen Richtung durchflossen werden, so erhalten wir die doppelte Amperewindungszahl in dem Eisen, und zwar sowohl des Wechselstromes als auch des vormagnetisierenden Gleichstromes. Es muß also der Strom auf dem einen Schenkel rechtsherum, auf dem anderen aber, von derselben Seite aus gesehen, linksherum fließen, wenn die Wicklungen auf zwei verschiedenen Schenkeln sitzen. Sitzen die beiden Spulen auf dem gleichen Schenkel, so muß der Strom die beiden Wicklungen in dem gleichen Sinne durchlaufen. Es sind also in jedem Falle die beiden Spulen gleichsinnig zu wickeln, und immer muß der Strom in jeder Spule beim Wicklungsanfang eintreten und beim Wicklungsende austreten oder aber in beiden Spulen umgekehrt.

Natürlich muß der Wickelraum nunmehr, da die doppelte Windungszahl unterzubringen ist, doppelt so groß werden. Wir besitzen damit jetzt eine Drossel mit der doppelten Windungszahl und erhalten aus der Formel für die Selbstinduktion $L = \frac{s^2 \cdot 10^{-8}}{R}$, da die Windungszahl im Quadrat eingeht, die vierfache Selbstinduktion. Es ist noch zu beachten, daß der magnetische Widerstand nunmehr auch größer wird, da die Eisenweglänge, wegen des größeren Fensters, größer wird. Weiterhin wird die Induktion im Eisen wegen der jetzt vorhandenen doppelten AW-Zahl größer, und damit wird das μ kleiner, wodurch ebenfalls der magnetische Widerstand größer wird. Wir erhalten also nicht ganz die vierfache Selbstinduktion, jedoch auf jeden Fall mehr als die doppelte, wie man sie bei der einfachen Hintereinanderschaltung von zwei getrennten Drosseln oben erhalten hatte. Um bei der Doppeldrossel wirklich die vierfache Selbstinduktion zu erzielen, müßte also auch noch der Eisenquerschnitt erhöht werden und eventuell auch der Luftspalt etwas.

Für die Berechnung einer solchen Doppeldrossel geht man praktisch so vor, daß man die gewünschte Gesamtselbstinduktion mit dem Quadrat des Stromes, der die Drossel durchfließen soll, multipliziert und zu diesem Li^2 aus der Kurve (Abb. 6 „Funk-Bastler", Heft 14) den Kern- und Fensterquerschnitt bestimmt. Nun rechnet man die ganze Drossel so durch, als ob es eine Einfachdrossel wäre, und zum Schluß teilt man die erhaltene Windungszahl in zwei Hälften. Es ist beim Einbau jedoch streng auf die oben erläuterte richtige Polung zu achten, da bei vertauschtem Stromlaufsinn in einer Spule die Drossel nicht oder wenigstens sehr schwach wirkt.

Folgende Überlegung zeigt, worin der Grund dazu liegt. Vertauscht man bei einer Drosselspule die Anschlüsse der einen Spule, so heben sich bei gleicher Windungszahl die Kraftlinien im Eisen auf, und zwar sowohl die des Gleichstromes als auch die des überlagerten Wechselstromes. Damit ist natürlich die Gleichstromvormagnetisierung gleich Null, aber ebenso auch das Wechselfeld, ohne das es keine Selbstinduktion gibt. Eine so geschaltete Drossel setzt also dem Durchgange eines Wechselstromes nur mehr ihren Ohmschen Widerstand entgegen; sie drosselt nicht mehr. In Wirklichkeit verschwindet jedoch die Selbstinduktion infolge der vorhandenen Streuung nicht ganz; sie ist aber nur ein Bruchteil von der bei richtiger Schaltung vorhandenen. Es wird wohl im Eisen kein geschlossener Kraftlinienfluß erzeugt, der beide Spulen im gleichen Sinne durchsetzt, jedoch schließt sich der von jeder Wicklung in dem Eisenstück, auf dem sie sitzt, erzeugte Kraftfluß durch die Luft als sogenannter Streufluß. Durch die lange Luftstrecke, die dieser Fluß nun durchsetzen muß, wird der magnetische Widerstand sehr groß. Ferner tritt nunmehr wieder nur die Summe der beiden Selbstinduktionen der Spulen in Erscheinung, da jetzt wieder jede Spule für sich einen Kraftfluß erzeugt. Es verhält sich also die Doppeldrossel in dieser Schaltung so, als ob jede Spule für sich auf einem offenen Eisenschenkel säße. Die Selbstinduktion wird also auf jeden Fall sehr klein.

Oft wird auch angeführt, man könnte doch die beiden Wicklungen mit verschiedenen Windungszahlen versehen und die eine Wicklung verkehrt polen, so daß man mit der Gleichstromvormagnetisierung ohne Anwendung eines Luftspaltes in den Bereich kommt, in dem das μ am größten ist. Man darf hierbei nicht übersehen, daß ja dann auch die für die Selbstinduktion maßgebenden Wechselfelder sich teilweise aufheben bzw. nur als schwache Streufelder auftreten. Es kann also auch hiermit nichts erreicht werden.

Physikalisch begründet sind alle diese Erscheinungen übrigens schon in der Formel für die Selbstinduktion selbst. Sie hat naturgemäß nur dann Gültigkeit, wenn jede einzelne Windung der ganzen Windungszahl an der Ausbildung des Kraftflusses beteiligt ist und von dem Gesamtfluß in der gleichen Richtung durchsetzt wird.

Sicherung der Schwingspule beim dynamischen Lautsprecher.

Der normale dynamische Lautsprecher hat eine Schwingspule von einigen Ohm Widerstand und eine Magnetspule von einigen tausend Ohm. An die Schwingspule wird die Sekundärwicklung des Ausgangstransformators, an die Magnetspule das Gleichstromnetz oder der Gleichrichter angeschlossen, der den Erregungs-Gleichstrom zu liefern hat. Eine Verwechselung der Anschlüsse ist sehr gefährlich; zwar würde es nichts schaden, wenn man die Magnetspule an den Ausgangstransformator anschließt, dagegen würde die Schwingspule ohne weiteres durchbrennen, wenn man sie mit der Gleichspannungsquelle in Verbindung bringen würde. Um diese Verwechselung auszuschließen bzw. die Gefahr auf einen möglichst geringen Betrag herabzusetzen, ist es zu empfehlen, den Ausgangstransformator grundsätzlich in den dynamischen Lautsprecher fest einzubauen. Verwechselt man jetzt die Anschlüsse, so wird die Netzgleichspannung von 220 Volt bzw. die Spannung des Gleichrichters auf die Primärwicklung des Ausgangstransformators geschaltet, die, da sie einen Widerstand von über 1000 Ohm hat, einen allzu starken Strom nicht zuläßt.

Natürlich wäre auch dieser Anschlußfehler gefährlich, denn es besteht die Möglichkeit, daß der Transformator durchschlägt, aber die Gefahr ist doch nicht entfernt so groß, als wenn man die niederohmige Schwingspule direkt an 220 Volt legen würde. Diese empfohlene Maßnahme darf jedoch nicht die einzige Vorsichtsmaßregel sein, sondern es ist außerdem notwendig, die Anschlüsse des Lautsprechers möglichst verschieden auszubilden. So mag man die Erregerspule mit ihren Enden an zwei Bananenstecker legen, die in 19 mm Abstand in eine an das Lautsprechergehäuse anmontierte Isolierplatte eingelassen sind, während die Enden der Schwingspule an zwei im gleichen Abstand angebrachten Steckbuchsen endigen mögen. Durch diese Verschiedenheit der Anschlüsse, der auch eine verschiedene Ausbildung der Leitungsenden entsprechen muß, kann jede Verwechselung der vier Schnüre verhindert werden. *R.*



Selbstbau einer abgeschirmten Rahmenantenne

Von

E. K. A. Radinger.

In der letzten Zeit war des öfteren von den Vorteilen abgeschirmter Rahmenantennen die Rede. Die Vorzüge dieser Antennenart bestehen darin, daß man auch bei der Benutzung eines Netzanschlußgerätes zur Anodenspeisung des Empfängers, das bekanntlich die Rahmencharakteristik immer verflacht und verzerrt, so daß oft von einer Richt-

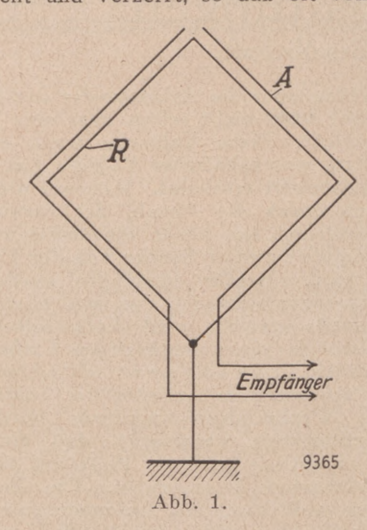


Abb. 1.

wirkung nicht mehr die Rede ist, eine gute Richtwirkung erzielen kann. Zu einem letzthin auf den Markt gekommenen Fernempfänger mit aperiodischer Hochfrequenzverstärkung wird eine durch Blech aus einem nichtmagnetischen Material abgeschirmte Rahmenantenne serienmäßig geliefert; auf die Abschirmung des Rahmens ist die große Selektivität des Empfängers in erheblichem Maße zurückzuführen.

Für den Bastler entsteht die interessante Aufgabe, ebenfalls mit abgeschirmten Rahmenantennen zu arbeiten; und es soll hier gezeigt werden, wie die Abschirmung vorgenommen werden kann. Das Schema der Abschirmung des Rahmens ist aus Abb. 1 ersichtlich. Durch R sind die Rahmenwindungen angedeutet, durch A die Abschirmung. Damit durch diese nur das beim Rahmenempfang unerwünschte elektrische Feld ausgeschaltet wird, das gerade an der Verflachung der Charakteristik schuld ist, nicht aber das magnetische Feld, auf das die Rahmenantenne an-

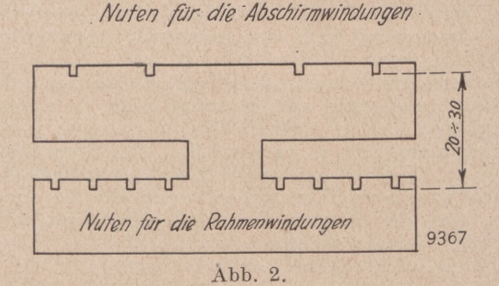


Abb. 2.

sprechen soll, muß die Abschirmung an einer Stelle offen sein; in Abb. 1 ist angenommen, daß sie oben offen gelassen wird. Die Abschirmung des Rahmens wird genau wie die Abschirmung des Empfängers mit der Erdklemme in Verbindung gebracht.

Am einfachsten und gleichzeitig am wirkungsvollsten ist die Abschirmung einer Rahmenantenne mit Hilfe von Kupferdrähten möglich. Es wird am besten blanker Kupferdraht benutzt, um alle Unzuträglichkeiten, die die Isolation in mechanischer und elektrischer Beziehung mit sich bringen würde, auszuschalten. Die Abschirmwindungen, die oben offen bleiben müssen, legen sich in einem Abstand von etwa 20 mm um die Empfangswindungen des Rahmens herum. Ihre Zahl beträgt zweckmäßig ⅓ bis ½ der Rahmenwindungen. Es hat sich bewährt, zur Abschirmung Kupferdraht von 0,5 mm Stärke zu benutzen.

Die Abschirmwindungen werden am besten von den gleichen Isolierteilen getragen, die auch die Rahmenwindungen aufnehmen. Leicht herzustellen sind Kämme aus Per-

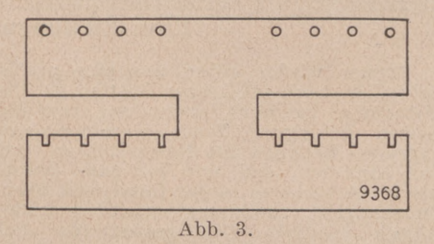


Abb. 3.

tinax oder einem ähnlichen, mechanisch möglichst festen Isoliermaterial, die, wie es in Heft 9 des „Funk-Bastler", Jahr 1929, beschrieben wurde, in die geschlitzten Enden des Rahmenkreuzes eingesetzt werden. Abb. 2 zeigt, welche Form die Isolierteile zweckmäßig haben und wie die Lage der Rahmen- und der Abschirmwindungen ist. Um die notwendige Unterbrechung der Abschirmwindungen zu erzielen, die die Ausbildung von Kurzschluß-Strömen in der Abschirmwicklung verhindern soll, kann man auf verschiedene Weise verfahren. Es ist möglich, die Konstruktion der Abb. 3 anzuwenden, die für das Isolierstück an der oberen Spitze des Rahmens gilt. Für die Abschirmwicklung sind hier nicht, wie in den drei anderen Isolierteilen, Schlitze angebracht, sondern Bohrungen, und zwar die doppelte Anzahl von Bohrungen, als Abschirmwindungen vorhanden sind. Für jede Windung werden zwei Bohrungen benötigt, und zwar wird beispielsweise das eine Ende von Windung 1 in das Loch 1 eingeführt, hindurchgesteckt, über den oberen Rand zurüchgebogen und, wie aus Abb. 4 ersichtlich, durch Umwinden um den Draht festgelegt. Das andere Ende von Windung 1 wird dagegen nun in der entgegengesetzten Richtung durch Loch 2 geführt, dann zurückgenommen und um den Draht geschlungen. Die Abschirmwindungen werden auf diese Weise vollkommen straff gespannt. Sie werden zweckmäßig an vier Stellen, am besten zwischen den Auflagepunkten, durch Querdrähte untereinander verbunden (Abb. 5). Die Querdrähte werden in einer Öse um den einen äußeren Draht herumgelegt, dann so durch die anderen Drähte durchgeführt, daß abwechselnd ein Abschirmdraht

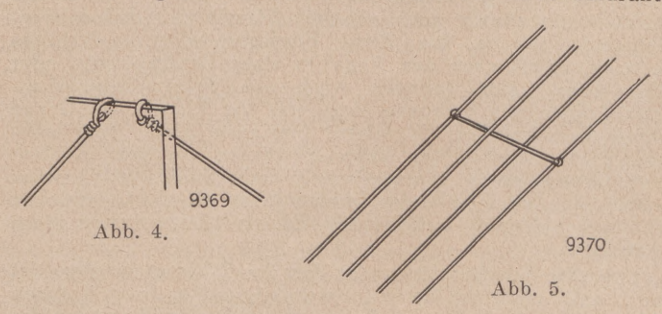


Abb. 4.

Abb. 5.

oben und einer unten zu liegen kommt, und schließlich um den auf der anderen Seite des Rahmens außen sitzenden Draht ebenfalls in einer Öse herumgelegt. Die Kreuzungsstellen des Querdrahtes mit den Abschirmwindungen und ebenfalls die Ösen an den äußeren Windungen werden gut verlötet.

Am Fuß der Rahmenantenne wird außer den Anschlußklemmen für den Empfänger eine weitere für die Erde angebracht. Von dieser Klemme geht ein blanker Kupferdraht aus, der sich in unmittelbarer Nähe der Klemme genau so, wie es vorhin von den Querdrähten berichtet wurde, zwischen den Abschirmwindungen hindurchschiebt, und der mit allen Windungen gründlich verlötet wird.

Die Abschirmung der Rahmenantenne bringt stets eine Verbesserung der Richtwirkung mit sich, auch dann, wenn man den Empfänger nicht aus einem Netzgerät, sondern mit Batterien betreibt. Denn die normale, nicht geschirmte Rahmenantenne spricht nicht nur auf das magnetische, sondern auch auf das elektrische Feld an. Das letztere besitzt keinerlei Richtwirkung; projiziert man nun die beim Empfang aus allen Richtungen genau gleich große elektrostatische Energieaufnahme auf die elektromagnetische, so erhält man eine mehr oder minder große Verzerrung der Rahmencharakteristik.

Um diese Verzerrung auszuschließen, werden beispielsweise die in Verbindung mit den Bordpeilern benutzten Rahmenantennen seit Jahren abgeschirmt, denn beim Peilen kommt es ganz besonders darauf an, daß die absolute Richtwirkung erhalten bleibt.

Schirmgitterröhren-Schaltungen

Eine Stellungnahme der Telefunken-Gesellschaft.

Immer wieder gehen uns eine große Zahl von Schreiben, auch erfahrener Bastler, zu, die sich über Mißerfolge bei der Verwendung von Schirmgitterröhren beklagen. Trotz einzelnen ganz hervorragenden Erfolgen mit diesen Röhren verdichtet sich der Eindruck, daß nur bei ganz besonders raffinierter Arbeit und in der Hand weit über den guten Durchschnitt gebildeter Amateure sich die theoretisch mögliche Überlegenheit der Schirmgitterröhre realisieren läßt, oder aber, daß die zur Zeit auf dem Markt befindlichen Röhren nicht gleichwertig sind. Wir haben uns daher an die Telefunken-Gesellschaft gewandt und um eine Stellungnahme zu all diesen Fragen gebeten, die die Bastlerkreise beunruhigen, da man alles Heil von der Schirmgitterröhre erwartete. Nachfolgend veröffentlichen wir die ausführliche Antwort von Telefunken.

Während es bis vor etwa einem Jahre den Bastlern keine wesentlichen Schwierigkeiten bereitete, mit normalen Empfängerröhren und nach einem Schaltbild nebst Verdrahtungsplan einen Empfänger zu bauen, dessen Empfangsresultate befriedigten, stellen die modernen Schaltungen, besonders die mit Schirmgitterröhren arbeitenden, wesentlich größere Anforderungen an das theoretische Verständnis und die Einfühlungsgabe in röhrentechnische Probleme. Mit der Einführung des Schutz- bzw. Schirmgitters in die Elektronenröhre wurden viel größere Verstärkungen möglich. Dafür verlangt eine solche Spezialröhre sowohl die Einhaltung bestimmter Betriebsbedingungen als auch wegen der größeren Verstärkung eine zweckdienliche Ausführung des Empfängerteiles.

Wir haben uns in Erkenntnis dieser Dinge nie gescheut, auf diese Schwierigkeiten besonders aufmerksam zu machen, und weisen in allen unseren Druckschriften über Schirmgitterröhren ausdrücklich darauf hin, daß das Basteln mit Schirmgitterröhren nur denjenigen empfohlen werden kann, die außer vorzüglichen werktechnischen Fähigkeiten auch noch völlig ausreichende theoretische Kentnisse besitzen, die für den Bau und die Bedienung von Schirmgitterröhren-Empfängern nun einmal erforderlich sind. Aus diesem Grunde stehen wir auch auf dem Standpunkt, daß es denjenigen Bastlern, die diese Forderungen nicht erfüllen können, selbst nach den Angaben eines Verdrahtungs- oder Bauplanes kaum gelingen wird, aus Schirmgitterröhren-Empfängern das herauszuholen, was die Röhren auf Grund ihrer Konstruktion zu leisten imstande sind. Die fachmännisch vorgebildeten Erbauer werden dagegen lediglich auf Grund eines theroretischen Schaltbildes mit einem selbstgebauten Empfänger befriedigende Resultate erzielen. Die uns zahlreich eingehenden Zuschriften beweisen diese Annahme.

Über die Spezialschaltungen für die Schirmgitterröhre ist im „Funk" mehrfach berichtet worden, und in einer längeren Abhandlung (Heft 41 und 45 des „Funk-Bastler") wurden die unbedingt einzuhaltenden Maßnahmen eindeutig klargelegt.

Bei sachgemäßem Aufbau und Einhaltung der zulässigen bzw. notwendigen Anoden- und Schirmgitterspannungen ist auf dem Rundfunk-Wellenbereich mit einer Schirmgitterröhrenstufe eine Hochfrequenzverstärkung erreichbar, die mindestens die doppelte bis dreifache Verstärkung einer neutralisierten Eingitterröhrenstufe beträgt. Mit Mitteln, die aber kaum für die normale Bastlerpraxis in Frage kommen, werden noch erheblich größere Verstärkungen erzielt.

In den Berichten über die Arbeitsweise der Schirmgitterröhren-Empfänger wird nicht selten über eine ungenügende Selektivität geklagt. Diese Tatsache weist auf ein Verwechseln hochfrequenztechnischer Begriffe hin, so daß eine Klarstellung angebracht erscheint. Während die Selektivität im wesentlichen durch die Anzahl der verwendeten Abstimmkreise festgelegt ist, hängt die dabei zu erzielende Trennungsmöglichkeit zweier Sender von der Lautstärke ab, mit der diese beiden Sender empfangen werden. Die sehr große Hochfrequenzverstärkung, die, wie oben gesagt, mit einer Stufe bereits erreicht wird, kann selbstverständlich auf die Trennschärfe einen ungünstigen Einfluß haben, so daß die Selektivität *scheinbar* verschlechtert wird; denn die durch das einwandfreie Arbeiten der Schirmgitterröhre erzielte große Wechselstrom-Amplitude (Lautstärke) am folgenden Abstimmkreis verursacht, daß ein lautstarker Sender einen wesentlich größeren Platz auf der Skala des betr. Drehkondensators beansprucht. Die Einfügung von Zwischenkreisen, z. B. zwischen Antennenspule und erstem Gitterkreis, schafft hier jedoch leicht Abhilfe, so daß auch mit Schirmgitteröhren-Empfängern ausreichende Abstimmschärfe erzielt werden kann.

Unklarheiten bestehen auch über die günstigste Größe des Innenwiderstandes der Schirmgitterröhre in bezug auf Verstärkung und Selektivität. Zur Ausnutzung der Selektion guter Kreise, deren Resonanzwiderstand mit 200 000 Ohm angesetzt werden kann, muß es vermieden werden, den Kreis zusätzlich zu dämpfen, d. h. der dem Kreis parallel liegende innere Widerstand der Röhre muß groß gegenüber dem Kreiswiderstand sein. Er muß also mindestens in der Größenordnung von 500 000 Ohm liegen. Anpassungsfragen sind unerheblich, da mit steigendem Innenwiderstand die Verstärkung sich immer mehr dem Wert $V = S \times R_a$ nähert.

Die Tendenz, den Innenwiderstand der Schirmgitterröhre in möglichst hohen Werten zu halten, setzt eine obere Grenze für die Schirmgitterröhrenspannung voraus, da aus den für die Schirmgitterröhren veröffentlichten Charakteristiken, die die Abhängigkeit des Anodenstromes von der Anodenspannung darstellen, hervorgeht, daß bei Näherung der Anodenspannung an die Schirmgitterspannung (umgekehrt ist natürlich das gleiche der Fall) der Innenwiderstand schnell abnimmt.

Zusammenfassend kann also gesagt werden, daß die Schirmgitteröhren nicht nur imstande sind, eine gegenüber Eingitterröhren vielfach größere Hochfrequenzverstärkung zu erzielen, sondern daß es auch möglich ist, derartigen Empfängern eine für die Praxis vollkommen ausreichende Selektivität und Trennschärfe zu geben, wenn alle die oben angedeuteten, für die Spezialröhre äußerst wichtigen Bedingungen eingehalten werden.

*

Öffentliche Vorführung des Karolus-Fernsehers. Am 8. Juni wird im Rahmen der Vorträge der Funktechnischen Vereinigung die verbesserte *Fernseh-Sende- und Empfangsapparatur*, System Karolus, öffentlich vorgeführt. Dieser Experimentalvortrag findet im Langenbeck-Virchow-Hause statt und wird von Dr. Fritz *Schröter* gehalten. Einlaßkarten nur durch die Hauptgeschäftsstelle der Funktechnischen Vereinigung. Näheres über die Vorführung unter den Vereinsmitteilungen im Programmteil des „Funk".

Verantwortl. Hauptschriftleiter: Lothar Band, Berlin. — Verantwortlich für den technischen Teil: Reg.-Rat Dr. P. Gehne, Berlin-Lankwitz. — Druck: Ernst Siegfried Mittler und Sohn, Buchdruckerei G. m. b. H., Berlin SW 68. — Sendungen an die Schriftleitung nur nach Berlin SW 68, Zimmerstraße 94, Fernruf: A 4 Zentrum 3056. — Verlag: Weidmannsche Buchhandlung, Berlin SW 68, Zimmerstraße 94. Postscheckkonto: Berlin 883 78. Sonderkonto „Funk".